



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA
ÁREA DE PETROLOGIA, METALOGÊNESE E EXPLORAÇÃO
MINERAL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO, PETROGRAFIA, ASPECTOS
LITOGEOQUÍMICOS E GEOFÍSICOS DA REGIÃO DE MARACÁS
(FOLHA SD.24-V-D-I), BAHIA, BRASIL.**

THIAGO DRUMOND ASSIS DE QUEIROZ

Salvador

2016

THIAGO DRUMOND ASSIS DE QUEIROZ

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO, PETROGRAFIA, ASPECTOS
LITOGEOQUÍMICOS E GEOFÍSICOS DA REGIÃO DE MARACÁS
(FOLHA SD.24-V-D-I), BAHIA, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia para obtenção do título de Mestre em Geologia, na área de concentração em Petrologia, Metalogênese e Exploração Mineral.

Orientador: Prof. Dr. Johildo Salomão Figueiredo Barbosa

Salvador

2016

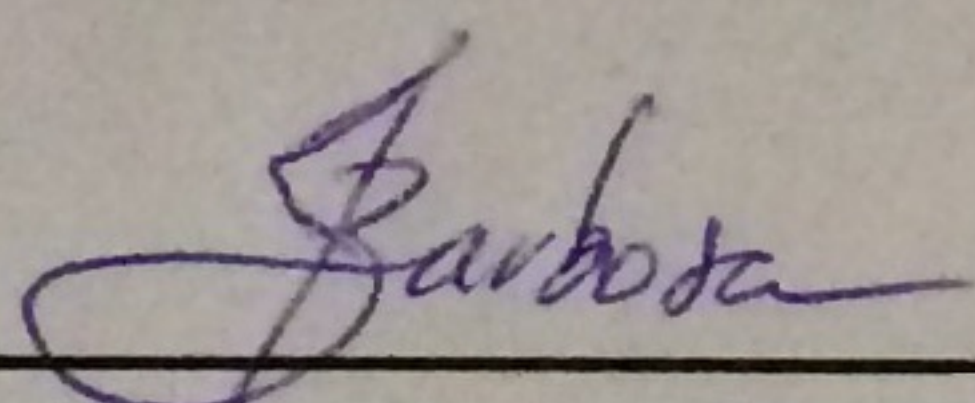
FICHA CADASTRAL

TERMO DE APROVAÇÃO

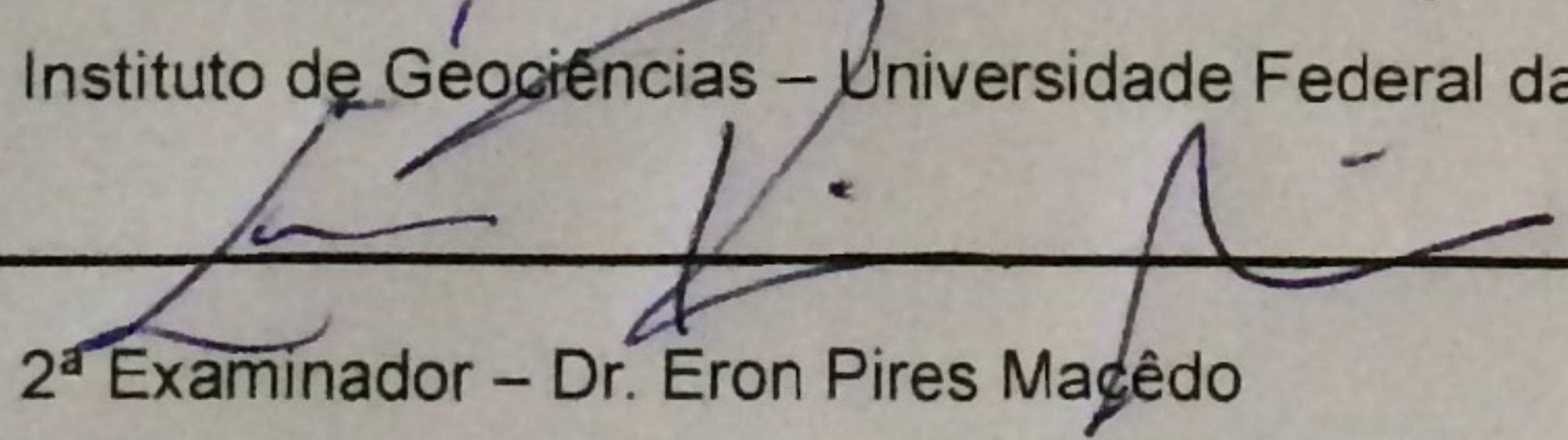
THIAGO DRUMOND ASSIS DE QUEIROZ

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO, PETROGRAFIA, ASPECTOS
LITOGEOQUÍMICOS E GEOFÍSICOS DA REGIÃO DE MARACÁS
(FOLHA SD.24-V-D-I), BAHIA, BRASIL.**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia para obtenção do título de Mestre em Geologia, na área de concentração em Petrologia, Metalogênese e Exploração Mineral.

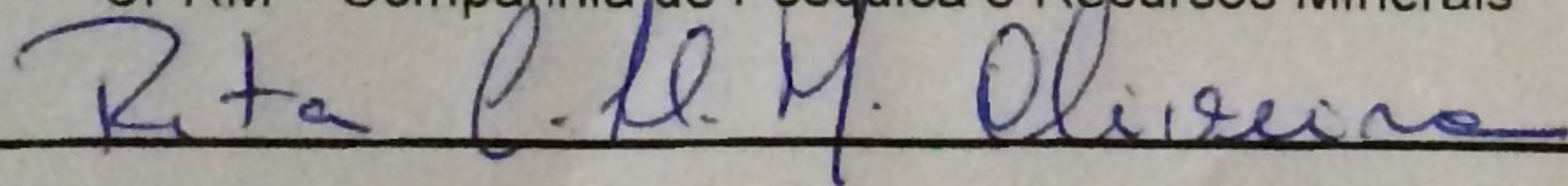


1ª Examinador – Prof. Dr. Jöhildo Salomão Figueirêdo Barbosa
Instituto de Geociências – Universidade Federal da Bahia (UFBA)



2ª Examinador – Dr. Eron Pires Macêdo

CPRM – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais



3ª Examinador – Dra. Rita Cunha Leal Menezes de Oliveira

CPRM – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao apoio e incentivo sempre recebido de forma verdadeira e honesta.

Um abraço em especial aos meus pais, Jorge Luiz e Terezinha, sempre presentes, com apoio e dedicação, ao meu irmão, André, pelas conversas e brincadeiras, fortalecendo o elo familiar. Ao amor e companheirismo de Nay, sempre apoiando e incentivando.

Agradeço ao orientador Professor Johildo Barbosa, pela dedicação, confiança, ensinamentos e oportunidades dadas na minha vida acadêmica, me orientando na graduação e na pós-graduação.

Aos amigos de longa data e aos geológicos, obrigado pelo convívio, suporte emocional e discussões técnicas.

Grato a todos os profissionais do IGEO, desde os Professores até os colaboradores que fizeram parte dessa longa caminhada.

Ao apoio da CBPM – Companhia Baiana de Pesquisa Mineral.

RESUMO

A presente pesquisa visou caracterizar os litotipos metamórficos da região de Maracás (Folha SD.24-V-D-I), a qual está localizada na região sul/sudeste do Estado da Bahia. Essa área envolve parte da região granulítica do sul-sudeste da Bahia, composta de metamorfitos arqueanos-paleoproterozoicos que compõem o Bloco Jequié (BJ) um dos segmentos crustais importantes do Cráton do São Francisco. O trabalho é fruto da integração dos dados de campo, petrológicos e litogeoquímicos, aliados a mapas aerogeofísicos, magnetométricos e radiométricos, os quais possibilitaram a identificação de sete unidades geológicas, denominadas de: (i) (SCG) granulitos heterogêneos orto e paraderivados composto por granulitos charnockíticos, paragnaisses com bandas básicas e félsicas, quartzitos com ou sem granada e granulitos alumino-magnesianos (kinzigitos); (ii) (CHO) granulitos ortoderivados formados por rochas charnockíticas a charnoenderbíticas com características peralcalina a subalcalina ou peraluminosa, todas com tendência calcioalcalina a intermediário potássio, (iii) (CH1) granulitos enderbíticos-charnockíticos com protólitos peraluminosos a metaluminosos e subalcalino do tipo calcioalcalino de médio K; (iv) (CH4) granulitos augen-charnoenderbíticos-charnockíticos compostos por rochas charnockíticas, com protólitos de caráter metaluminoso, subalcalino e com tendência calcioalcalina de médio potássio; (v) (MUM) corpos máficos-ultramáficos exibindo granulação fina a média; (vi) (NQd) depósitos detríticos recentes, correspondendo a sedimentos semiconsolidados e mal selecionados e (vii) (ALU) depósitos aluvionares. As análises aerogeofísicas gamaespectrométricas e magnetométricas estão permitindo uma melhor delimitação dos contatos litológicos e observações acerca das estruturas regionais e locais. Esse trabalho vem contribuir para a atualização do mapa geológico da região sul/sudeste do estado da Bahia, proporcionando uma melhor contextualização do arcabouço geotectônico deste cinturão granulítico, além de promover uma melhor compreensão da tectônica do Bloco Jequié e, por consequência do Cráton São Francisco (CSF).

Palavras-chave: Mapeamento Geológico; Maracás; Folha SD.24-V-D-I; Rochas Granulíticas; Bahia

ABSTRACT

The study aimed to characterize the metamorphic rock types of Maracas (SD.24-V-D-I), located in the southern / southeastern part of Bahia. This area involves part of the granulitic complex of this region of Bahia, composed of Archean-Paleoproterozoic metamorphic rock types that make up the Jequié Block (BJ) one of the important components of the Cráton. This research is the result of the integration of field data, petrological and lithogeochemical, together with geophysical maps, magnetometric and radiometric methods, which allowed the identification of seven geological units: (i) (SCG) heterogeneous granulites ortho and paraderiveds composed of charnockite granulite, paragneiss with basic and felsic bands, quartzites with or without garnet and aluminum-magnesium granulites (kinzigites); (ii) (CH0) granulites ortoderiveds formed by charnockitic to charnoenderbitic rocks with features peralkaline to subalkaline or peraluminous with calc-alkaline trend potassium intermediate, (iii) (CH1) enderbitic-charnockitic granulites with peraluminous or metaluminous and calcium type medium K subalkaline-alkaline protolith; (iv) (CH4) augen-charnoenderbitic-charnockitic granulites composed of rocks with of metaluminous protolith, subalkaline and a calcium-alkaline trend with average potassium; (V) (MUM) mafic-ultramafic bodies exhibiting fine to medium grains; (vi) (NQD) recent detrital deposits corresponding to semiconsolidated sediment poorly selected; and (vii) (ALU) alluvial deposit. Analysis of gama and magnetic aerogeophysical data are allowing a better delineation of lithological contacts and comments on the regional and local structures.

Keywords: Geological Mapping; Maracás; SD.24-V-D-I; Granulitic rocks; Bahia.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 – (A) Localização da área de estudo no Estado da Bahia; (B) Principais vias de acesso à área, a partir de Salvador.....	15
Figura 1. 2 – Mapa da área de pesquisa e a distribuição dos afloramentos geológicos estudados, destacando aqueles com análises petrográficas e geoquímicas.	19
Figura 2. 1 – (A) Principais crátons e sistemas orogenéticos neoproterozoicos do território brasileiro; (B) Mapa geológico simplificado do CSF. Fonte: Modificado de Alkmin <i>et al.</i> , 1993.	24
Figura 2. 2 – (A) Posição dos blocos arqueanos após a colisão paleoproterozoica. (B) Estruturação regional das unidades geotectônicas, após a colisão paleoproterozoica dos blocos arqueanos nas porções norte e sul do Cráton do São Francisco (modificado de BARBOSA & SABATÉ, 2004).	29
Figura 3.1 – Mapa geológico simplificado dos granulitos da região de Maracás.	37
Figura 3.2 – Seção geológica A-A', demonstrando o arcabouço tectônico-estrutural do Bloco Jequié na porção centro sul da região de Maracás com as estruturas hierarquizadas por fase: (F1) preto; (F2) verde; (F3) vermelho; e (F4) cinza.	38
Figura 3.3 – Seção geológica B-B', demonstrando o arcabouço tectônico-estrutural do Bloco Jequié na porção norte da região de Maracás com as estruturas hierarquizadas por fase: (F1) preto; (F2) verde; (F3) vermelho; e (F4) cinza.	38
Figura 3.4 – Diagramas característicos dos granulitos augen-charnoenderbíticos-charnockíticos CH4. A) e B) Diagramas QAP, modal e normativo, respectivamente (Streckeisen, 1976), 1 – Charnockito/Granito, 2 – Charno-enderbító/Granodiorito, 3 – Enderbító/Tonalito, 4 – Hiperstênio-mangerito/Qtz-monzonito, 5 – Hiperstênio-jotunito/Qtz-monzodiorito, 6 – Hiperstênio-diorito/Qtz-diotiro. C) Digrama triangular AFM de Irvine & Baragar (1971), onde: Th - série toleítica e CA - série cálcio-alcalina. D) Índice de saturação em alumina (Shand, 1943). E) Padrões de distribuição dos ETR normalizados segundo o condrito de Boynton (1984). F) Diagrama multielementar normalizado para manto primitivo (Sun & McDonough, 1989).	47
Figura 3.5 – Elementos maiores da unidade CH4 colocados nos diagramas de Harker (1909).....	48
Figura 3.6 – Elementos traços da unidade CH4 plotada nos diagramas de Harker (1909).	49
Figura 3.7 – Diagramas característicos dos granulitos augen-charnoenderbíticos-charnockíticos CH1. A) e B) Diagrama QAP, modal e normativo, respectivamente (Streckeisen, 1976), 1 – Charnockito/Granito, 2 – Charno-enderbító/Granodiorito, 3 – Enderbító/Tonalito, 4 – Hiperstênio-mangeirto/Qtz-monzonito, 5 – Hiperstênio-jotunito/Qtz-monzodiorito, 6 – Hiperstênio-diorito/Qtz-diotiro. C) Digrama triangular AFM de Irvine & Baragar (1971), onde: Th - série toleítica e CA - série cálcio-alcalina. D) Índice de saturação em alumina (Shand, 1943). E) Padrão de distribuição dos ETR normalizados segundo o condrito de Boynton (1984). F) Diagrama multielementar normalizado para manto primitivo (Sun & McDonough, 1989).	54

Figura 3.8 – Elementos maiores da unidade CH1 plotada nos diagramas de Harker (1909).....	55
Figura 3.9 – Elementos traços da unidade CH1 plotada nos diagramas de Harker (1909).	56
Figura 3.10 – Diagramas característicos dos granulitos heterogêneos ortoderivados CHO A) e B) Diagrama QAP, modal e normativo, respectivamente (STRECKEISEN, 1976), 1 – Charnockito/Granito, 2 – Charno-enderbító/Granodiorito, 3 – Enderbító/Tonalito, 4 – Hiperstênio-mangeirto/Qtz-monzonito, 5 – Hiperstênio-jotunito/Qtz-monzodiorito, 6 – Hiperstênio-diorito/Qtz-diotiro. C) Digrama triangular AFM de Irvine & Baragar (1971), onde: Th - série tholeítica e CA - série cálcio-alcalina. D) Índice de saturação em alumina (Shand, 1943). E) Padrão de distribuição dos ETR normalizados segundo o condrito de Boynton (1984). F) Diagrama multielementar normalizado para manto primitivo (SUN & MCDONOUGH, 1989).....	61
Figura 3.11 – Elementos maiores da unidade CHO plotada nos diagramas de Harker (1909).....	62
Figura 3.12 – Elementos traços da unidade CHO plotada nos diagramas de Harker (1909).....	63
Figura 3.13 – Classificação modal de rochas gabroicas baseada nas proporções de ortopiroxênio (Opx), clinopiroxênio (Cpx) e plagioclásio (Pl) (STRECKEISEN, 1976). ..	64
Figura 4. 1 – Imagens de concentrações dos elementos radioativos e suas interpretações. (A) Imagem concentração de K; (B) Imagem equivalente de U; (C) Imagem equivalente de Th.	72
Figura 4. 2 – (A) Imagem ternário KUTh; (B) Interpretação da imagem ternário com individualização das Zonas Gamaespectrométricas; (C) Integração da interpretação gamaespectrométrica com diagrama de rosetas.....	73
Figura 4.3 – Imagem magnética de Campo Total com a interpretação das anomalias. (A) Mapa de Anomalia Magnética de Campo Total; (B) Zonas Magnéticas (ZM); (C) Interpretação dos lineamentos L1	76
Figura 4.4 – (A) Lineamentos L2 identificados através da imagem Primeira Derivada Vertical; (B) Lineamentos L3 identificados através da imagem Amplitude do Sinal Analítico; (C) Interpretação integrada das anomalias magnéticas com diagrama de rosetas.	77

ÍNDICE DE FOTO

Foto 3.1 – (A) Kinzigítos foliados/bandados. (B) Intercalações quartzo-feldspáticas nas rochas quartzíticas da SCG, destacando-se a foliação/bandamento.	39
Foto 3.2 – (A) Afloramento do granulito CH4 com textura <i>augen</i> típica dessa unidade. (B) Porfiroclastos de mesopertita, do tipo σ indicando cinemática sinistral.	42
Foto 3.3 – (A) Afloramento de CH1 com bandas mesocráticas com ortopiroxênio, clinopiroxênio, anfibólio, biotita e opacos intercaladas a bandas leucocráticas com quartzo, plagioclásio e mesopertita. (B) Fractal da dobra em laço regional, com observação de dobra parasíticas em M, W, Z ou S, além de bandas de cisalhamento sinistral.	51
Foto 3.4 – (A) Afloramento de CHO em pedreira com a rocha apresentando feições migmatíticas (tons claros), no meio da rocha com coloração cinza-azulada. (B) Fractal da dobra em laço regional, realçada pelo intemperismo da rocha.	58

ÍNDICE DE FOTOMICROGRAFIAS

Fotomicrografia 3.1 – (A) Textura inequigranular, com cristais subidioblástico a xenoblástico e limites curvos, irregulares, interlobados ou serrilhados, onde se observa granada entre os cristais de quartzo e plagioclásio (NX). (B) Granada subidioblástica inclusa em matriz quartzosa (PP).....	41
Fotomicrografia 3.2 – (A) Textura mortar entre os cristais de mesopertita e quartzo com contatos curvos a irregulares (NX). (B) Cristais de biotita e anfibólio em matriz com mirmequita, quartzo, k-feldspato e plagioclásio. Contatos curvos a irregulares com cristal de mirmequita rotacionado, sendo do tipo Δ (NX).....	43
Fotomicrografia 3.3 – (A) Textura lepidoblástica da matriz da rocha, caracterizada pelo alinhamento de biotitas e anfibólios com plagioclásio, quartzo e mesopertita (NX). (B) Cristais subidioblásticos de quartzo e plagioclásio com contatos curvos a irregulares. Nota-se também a presença de zircão, apatita e biotita (NX).	52
Fotomicrografia 3.4 – (A) Textura granoblástica decussada com grãos subidioblásticos a xenoblásticos apresentando contatos curvos, irregulares, interlobados ou serrilhados (NX). (B) Textura de coroa de reação com ortopiroxênio associado a biotita e opaco, em rocha com textura inequigranular aparecendo também grãos subidioblásticos a xenoblásticos com contatos curvos, irregulares, serrilhados, interlobados ou retos (NX).	59
Fotomicrografia 3.5 – (A) Composição mineral de uma amostra MUM, constituída por plagioclásio, ortopiroxênio e clinopiroxênio em textura com contatos retos a curvos (NX). (B) Pórfiro de ortopirênio com clinopiroxênio e opacos associados em uma matriz composta por plagioclásio (NX).....	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 – Composição mineralógica modal dos termos kinzigíticos das rochas supracrustais granulitizadas SCG. Ap – apatita, Bt – biotita, Crd – cordierita, Cpx – clinopiroxênio, Grt – granada, Mp – mesopertita, Op – minerais opacos, Opx – ortopiroxênio, Pl – plagioclásio, Qtz – quartzo, Sil – silimanita e Zr – zircão.....	40
Tabela 3.2 – Composição mineralógica modal dos termos quartzíticos das rochas supracrustais granulitizadas SCG. Arm – argilominerais, Am – anfibólio, Bt – biotita, Cpx – clinopiroxênio, Grt – granada, Mir – mimerquita, Op – minerais opacos, Pl – plagioclásio, Qtz – quartzo e Zr – zircão.....	41
Tabela 3.3 – Composição mineralógica modal das rochas augen-charnoenderbíticas-charnockíticas CH4. Am – anfibólio, Ap – apatita, Bt – biotita, Kfs – feldspato potássico, Mir – mimerquita, Mp – mesopertita, Op – minerais opacos, Opx – ortopiroxênio, Pl – plagioclásio, Qtz – quartzo e Zr – zircão.	44
Tabela 3. 4 – Média das análises químicas das unidades charnockíticas estudadas. ...	45
Tabela 3. 5 – Composição mineralógica modal dos granulitos enderbíticos-charnockíticos CH1. Am – anfibólio, Ap – apatita, Bt – biotita, Cpx – clinopiroxênio, Ep – epidoto, Grt – granada, Kfs – feldspato potássico, Mir – mimerquita, Mp – mesopertita, Op – minerais opacos, Opx – ortopiroxênio, Pl – plagioclásio, Qtz – quartzo, Ttn – titanita e Zr – zircão.	52
Tabela 3. 6 – Composição mineralógica modal dos granulitos heterogêneos ortoderivados CHO. Am – anfibólio, Bt – biotita, Cpx – clinopiroxênio, Grt – granada, Kfs – feldspato potássico, Mir – mimerquita, Mp – mesopertita, Op – minerais opacos, Opx – ortopiroxênio, Pl – plagioclásio, Qtz – quartzo e Zr – zircão.	58
Tabela 3.7 – Composição mineralógica da unidade MUM. Am – anfibólio, Bt – biotita, Cpx – clinopiroxênio, Op – minerais opacos, Opx – ortopiroxênio e Pl – plagioclásio.....	65
Tabela 9. 1 – Composição mineralógica modal dos termos kinzigíticos das rochas supracrustais granulitizadas (SCG).....	93
Tabela 9. 2 – Composição mineralógica modal dos termos quartzíticos das rochas supracrustais granulitizadas (SCG).....	94
Tabela 9. 3 – Composição mineralógica modal das rochas augen-charnoenderbíticas-charnockíticas (CH4).....	95
Tabela 9. 4 – Composição mineralógica modal das rochas augen-charnoenderbíticas-charnockíticas (CH4), continuação.....	96
Tabela 9. 5 – Composição mineralógica modal dos granulitos enderbíticos-charnockíticos (CH1).....	97
Tabela 9. 6 – Composição mineralógica modal dos granulitos enderbíticos-charnockíticos (CH1), continuação.	98
Tabela 9. 7 – Composição mineralógica modal dos granulitos heterogêneos ortoderivados (CHO).....	99

Tabela 9. 8 – Composição mineralógica modal dos granulitos heterogêneos ortoderivados (CHO), continuação.....	100
Tabela 9. 9 – Composição mineralógica modal dos granulitos heterogêneos ortoderivados (CHO), continuação.....	101
Tabela 9. 10 – Composição mineralógica petrográfica da unidade MUM.	102
Tabela 10. 1 – Resultado litogeoquímico da unidade SCG.....	104
Tabela 10. 2 – Resultado litogeoquímico da unidade CH4.	105
Tabela 10. 3 – Resultado litogeoquímico da unidade CH4, continuação.	106
Tabela 10. 4 – Resultado litogeoquímico da unidade CH4, continuação.	107
Tabela 10. 5 – Resultado litogeoquímico da unidade CH1.	108
Tabela 10. 6 – Resultado litogeoquímico da unidade CH1, continuação.	109
Tabela 10. 7 – Resultado litogeoquímico da unidade CHO.....	110
Tabela 10. 8 – Resultado litogeoquímico da unidade CHO continuação.	111
Tabela 10. 9 – Resultado litogeoquímico da unidade CHO continuação.	112
Tabela 10. 10 – Resultado litogeoquímico da unidade CHO continuação.	113

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS	16
1.2 JUSTIFICATIVAS	16
1.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
1.3.1 Compilação e Análise de Dados Bibliográficos	17
1.3.2 Mapeamento Geológico	17
1.3.3 Estudos Petrográficos	18
1.3.4 Estudos Litogeoquímicos	20
1.3.5 Estudos Geofísicos	20
1.3.6 Interpretação dos Resultados, Elaboração da Dissertação e Artigos Científicos Publicados.	21
CAPÍTULO 2 – GEOLOGIA REGIONAL.....	22
CAPÍTULO 3 – MAPEAMENTO GEOLÓGICO, PETROGRAFIA E ASPECTOS LITOGEOQUÍMICOS DOS GRANULITOS DA REGIÃO DE MARACÁS, BAHIA, BRASIL	
30	
3.1. INTRODUÇÃO	34
3.2. GEOLOGIA REGIONAL	34
3.3. METODOLOGIA APLICADA À PESQUISA.....	35
3.4. RESULTADOS	35
3.4.1. Rochas supracrustais granulitizadas (SCG)	38
3.4.2. Granulitos <i>augen</i>-charnoenderbíticos-charnockíticos (CH4)	41

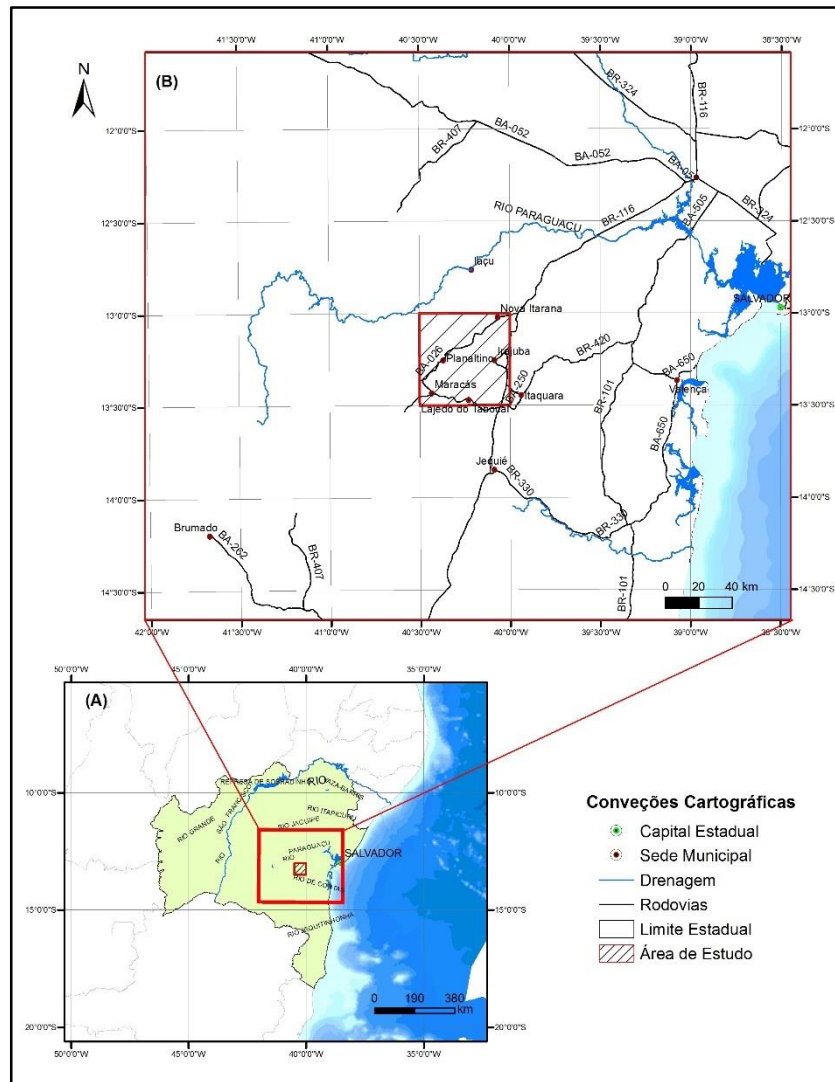
3.4.3. Granulitos enderbíticos-charnockíticos (CH1)	50
3.4.4. Granulitos heterogêneos ortoderivados (CHO)	56
3.4.5. Rochas máfica-ultramáficas (MUM)	64
3.5. CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES.....	65
CAPÍTULO 4 – ASPECTOS GEOFÍSICOS.....	69
4.1 INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS GAMAESPECTROMÉTRICAS	70
4.2 INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS MAGNÉTICAS	74
CAPÍTULO 5 – DISCUSSÕES E CONCLUSÕES	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
ANEXO I.....	90
ANEXO II.....	91
ANEXO III.....	92
ANEXO IV	103

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O mapeamento geológico é de extrema importância em áreas carentes de conhecimento geológico, visto que a compreensão geológica da área possibilita o desenvolvimento, tanto na área de mineração, meio-ambiente, hidrologia e no uso do solo. Apesar de o Estado da Bahia possuir um dos mais ricos acervos de mapas geológicos do Brasil, ainda restam regiões que não foram estudadas, seja para fins acadêmicos ou de interesse mineral, como é o caso da Folha de Maracás aqui apresentada.

A área de pesquisa está inserida na região sul-sudeste do Estado da Bahia (Figura 1.1A), que é limitada por um quadrado com dimensões aproximadas de 55,5 x 55,5 km, perfazendo uma área total de aproximadamente 3.080 km², limitada pelos paralelos 13°S e 13°30'S e os meridianos 40°W e 40°30'W que coincide com a carta planimétrica do IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, na escala 1:100.000, denominada de SD.24-V-D-I (Folha Maracás). O maior município inserido na folha é o de nome Maracás, o qual dista aproximadamente 349km da capital do estado, Salvador, tendo como principais vias de acesso a BR-324, BR-116, BA-026 e BA-250 (Figura 1.1B).

Figura 1. 1 – (A) Localização da área de estudo no Estado da Bahia; (B) Principais vias de acesso à área, a partir de Salvador.



A presente pesquisa promoveu o mapeamento geológico na escala 1:100.000, através de trabalhos de campo, análise petrográficas, litogeoquímicas e análise de dados aerogeofísicos magnetométricos e gamaespectrométricos. Com tais ferramentas, foi possível aprofundar o conhecimento das rochas metamórficas da região: (i) do ponto de vista petrográfico, identificando-se os processos metamórficos que ocorreram sobre as mesmas; (ii) do ponto de vista petroquímico, quando então foi possível interpretar através das análises químicas de rocha total (elementos maiores, menores, traços e Terras Raras), as possíveis séries magmáticas pertencentes aos protólitos, além do ambiente tectônico em que elas se formaram e (iii) a partir da análise geofísica de imagens

magnetométricas e gamaespectrométricas, auxiliaram na delimitação dos contatos geológicos, assim como na interpretação das estruturas regionais e locais.

Os estudos geológicos dessa área referem-se à contínuas pesquisas geológicas das rochas da região, a exemplo dos trabalhos de Macedo (2006), Santos (2009), Fernandes (2010), Queiroz (2011), Souza (2012) e Duarte (2015) que permitiram um maior entendimento dessas rochas, possibilitando importantes interpretações geotectônicas ocorrentes no Bloco Jequié (BJ) um dos principais compartimentos geológicos Cráton do São Francisco (CSF) na Bahia.

1.1 OBJETIVOS

Essa dissertação tem como objetivo geral aprofundar e dar continuidade aos estudos dos granulitos da região de Maracás (Folha SD.24-V-D-I), na escala 1:100.000, visando fornecer informações relevantes acerca das rochas ali existentes através de técnicas de mapeamento geológico utilizando a petrografia e a litogeoquímica, além de dados aerogeofísicos.

De maneira mais específica, esse trabalho teve como objetivo descrever as rochas: (i) do ponto de vista petrográfico, procurando classificá-las e identificar os processos metamórficos que ocorreram sobre as mesmas; (ii) do ponto de vista petroquímico visando identificar através da análise química de rocha total (elementos maiores, menores, traços e Terras Raras) as possíveis séries magmáticas presentes nos protólitos e o ambiente tectônico em que se formaram; e, (iii) do ponto de vista geofísico através do estudo das imagens magnetométricas e gamaespectrométricas, limitar contatos entre as unidades litológicas e interpretar a tectônica da área.

1.2 JUSTIFICATIVAS

Na região em foco as rochas começaram a ser estudadas no início da década de 80, mas, foi sobretudo a partir de 1985, que os trabalhos foram intensificados, com a utilização de estudos petroquímicos e de química mineral, cuja finalidade foi sempre a pesquisa mineira. Trabalhos importantes foram realizados recentemente em áreas vizinhas, no entanto, diante da falta de estudos, mais detalhados na área de Maracás e

ausência de mapa geológico em escala adequada, a presente pesquisa se propôs a mapear as unidades litológicas em escala 1:100.000, além de ajudar na ampliação do conhecimento dos terrenos de alto grau metamórfico.

1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos adotados para alcançar os objetivos propostos envolveram uma série de estudos e ações conforme descrito adiante.

1.3.1 Compilação e Análise de Dados Bibliográficos

A região vizinha à Folha Maracás foi alvo de estudos geológicos desde a década de 80, tendo como principais trabalhos realizados os de Barbosa (1986, 1990, 1991, 1992, 1996, 1997), Barbosa & Fontelles (1989), Barbosa *et al.* (1992,1996,1998), Iyer *et al.* (1995), Wilson (1987), Figueirêdo (1989), Figueirêdo & Barbosa (1993), Cruz (1989), Marinho *et al.* (1992), Arcanjo *et al.* (1992), Alibert & Barbosa (1992), Fornari & Barbosa (1992), Ledru *et al.* (1993), Alves da Silva *et al.* (1996), Barbosa & Sabaté (2002, 2004), Macedo (2006), Santos (2009), Fernandes (2010), Queiroz (2011), Souza (2012) e Duarte (2015).

Estes trabalhos tornaram possível estabelecer não apenas a caracterização composicional dos produtos metamórficos, mas também a identificação dos protólitos de alguns grupos de rochas e como consequência, dos ambientes do principal metamorfismo que atingiu a região. O presente trabalho pretende contribuir nesse contexto.

1.3.2 Mapeamento Geológico

A partir do mapa topográfico da região de Maracás (Folha SD.24-V-D-I) do IBGE na escala 1:100.000, foram integrados dados e interpretações de imagens de sensoriamento remoto, de fotografias aéreas pancromáticas na escala 1:108.000, de imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) e de aerogeofísica magnética e radiométrica.

Esta etapa teve como principal objetivo, a coleta de novos dados geológicos e, simultaneamente checar informações de trabalhos anteriores, possibilitando a separação

de unidades litológicas, a partir das suas características macroscópicas, bem como a identificação de estruturas tanto dúcteis como rúpteis.

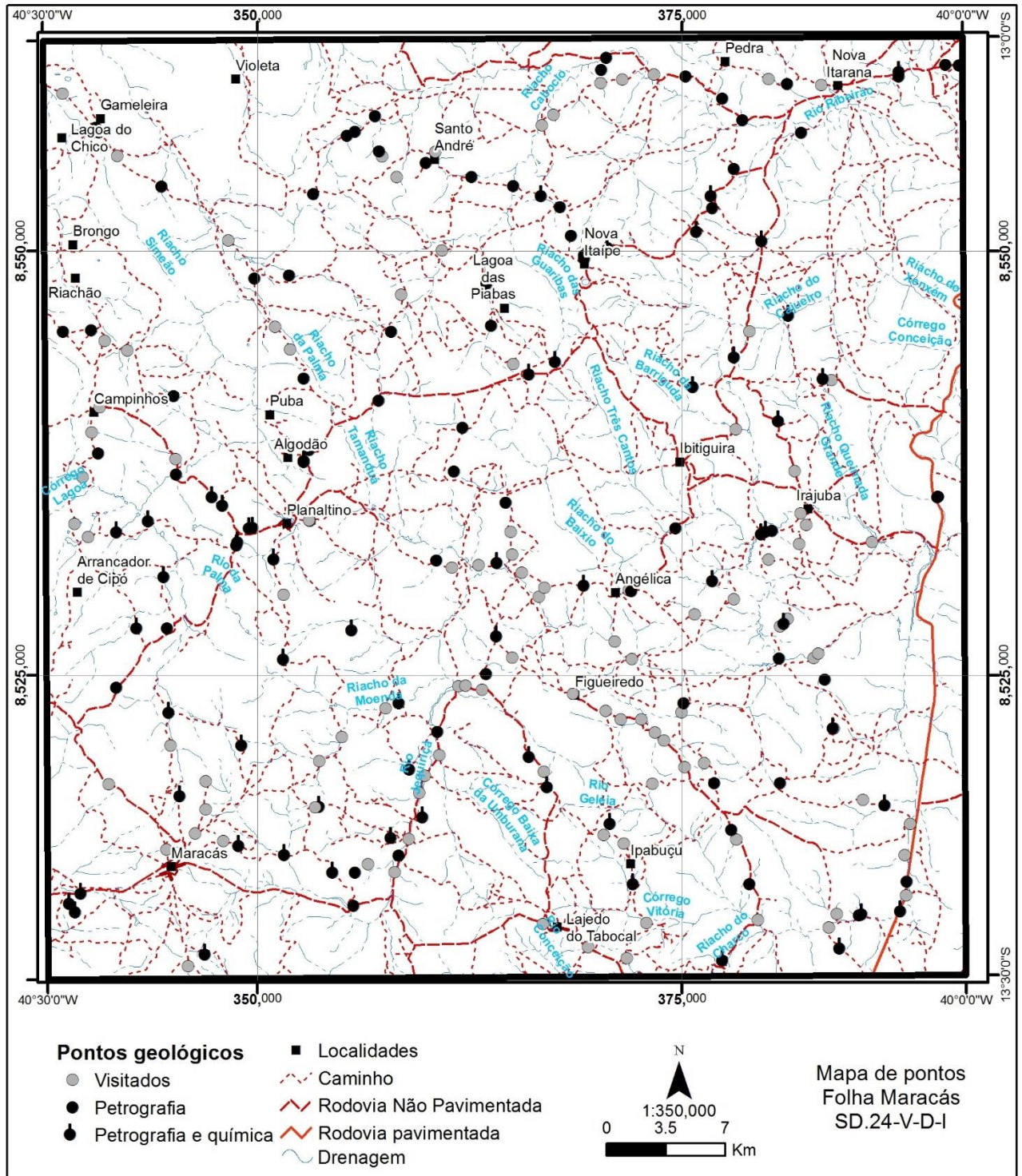
As etapas de campo, possibilitaram um recobrimento em toda a área, onde foram cadastrados e estudados 238 (duzentos e trinta e oito) afloramentos, com 152 (cento e cinquenta e duas) análises petrográficas e 78 (setenta e oito) análises químicas de rocha total (Figura 1. 2).

O estudo macroscópico das rochas da área foi baseado: (i) na caracterização dos afloramentos, através de localização, dimensão e forma; (ii) na descrição macroscópica dos litotipos, com a identificação das principais, mineralogias e estruturas, com o cadastro das feições planares e lineares; (iii) na amostragem, para petrografia e litoqueoquímica; (iv) registro das feições dos afloramentos através de fotografias tanto gerais como de detalhe; e, (v) no registro das litologias e estruturas em croquis esquemáticos.

1.3.3 Estudos Petrográficos

Em todas as lâminas estudadas, identificou-se as fases minerais presentes e suas texturas, permitindo a interpretação das reações metamórficas. Foi calculada a moda de cada uma delas, sendo realizadas fotomicrografias das feições genéticas mais interessantes. Com isso descreveu-se petrograficamente todas as unidades litológicas ocorrentes na área, com exceção das unidades quaternárias presentes nas rochas supracrustais. Tabelas desse estudo foram inseridas no Anexo III dessa Dissertação.

Figura 1. 2 – Mapa da área de pesquisa e a distribuição dos afloramentos geológicos estudados, destacando aqueles com análises petrográficas e geoquímicas.



1.3.4 Estudos Litogeoquímicos

Os estudos litogeoquímicos foram realizados através de 78 amostras, sendo que 59 (cinquenta e nove) delas foram analisadas no laboratório ACME Analytical Laboratories Ltd., com a determinação dos elementos maiores, menores, traços e Terras Raras (ETR), através dos métodos ICP e ICP-MS e 19 (dezenove) amostras apenas para os elementos maiores e menores. Das amostras tratadas nesse trabalho, 34 (trinta e quatro) são referentes ao trabalho de Queiroz (2011) e 18 (dezoito) amostras, referentes à Tese de Doutorado de Santos (2010).

Os resultados analíticos foram utilizados permitindo: (i) calcular a norma dos minerais das amostras (CIPW); (ii) classificar a rocha segundo diagramas normativos comparando-se os resultados com diagramas modais; (iii) interpretar as prováveis séries magmáticas dos protólitos dos metamorfitos e (iv) interpretar o ambiente tectônico no qual os protólitos estavam inseridos.

Para tais interpretações os dados petroquímicos foram tratados em tabelas no software Microsoft Excel, em seguida trabalhados nos softwares GCDkit 2.3 (Geochemical dataToolkit for Windows, version 2.3) e Minpet 2.02.

1.3.5 Estudos Geofísicos

Utilizando-se mapas aerogeofísicos magnetométricos e radiométricos da área, cedidos pela CBPM - Companhia Baiana de Pesquisa Mineral e referentes ao projeto realizado em 2006. Este foi denominado de Levantamentos Aerogeofísicos da Área Ruy Barbosa/Vitória da Conquista que abrangeu uma região de cerca de 41.911 km², com linhas de voo totalizando de 92.103 km com um espaçamento entre elas de 500 m.

Os mapas magnetométricos disponibilizados são (i) de anomalia magnética de campo total; (ii) da 1ª derivada vertical e (iii) de amplitude do sinal analítico. Os radiométricos são: (i) ternário; (ii) porcentagem de potássio; (iii) equivalente de urânio e (iv) equivalente de tório.

Os mapas aerogeofísicos foram utilizados/interpretados com o intuito de melhorar a avaliação das mudanças litológicas, melhor definir os seus limites, além de identificar características estruturais regionais e locais da área de pesquisa.

1.3.6 Interpretação dos Resultados, Elaboração da Dissertação e Artigos Científicos Publicados.

Após execução de todas as etapas supracitadas, foi realizado a integração e interpretação de todos os dados obtidos e voltados para a confecção da carta geológica da área na escala 1:100.000 (Anexo I)

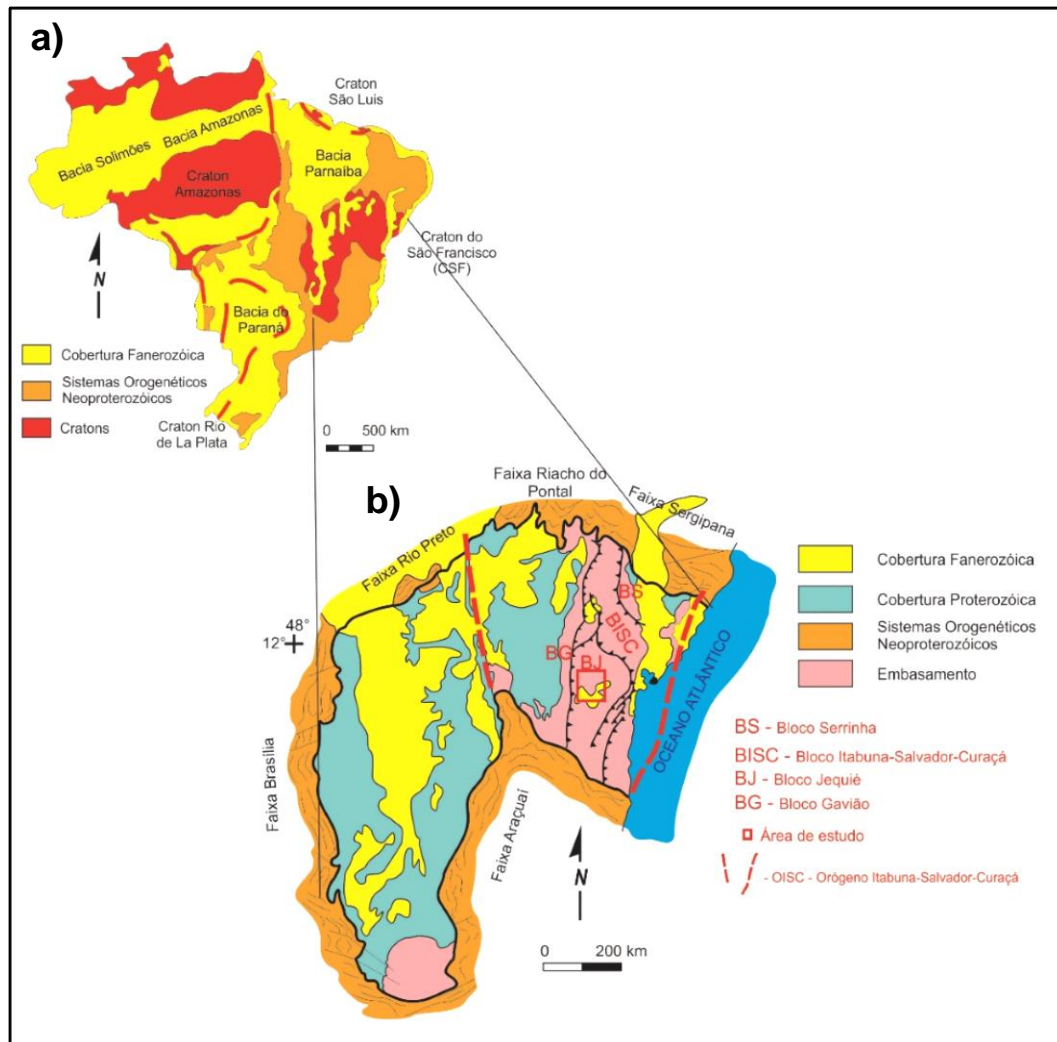
Essa dissertação foi organizada em cinco capítulos mais anexos. No primeiro são expostos os aspectos gerais da área e da pesquisa, como motivação, objetivos e justificativas, bem como os materiais e métodos utilizados. O segundo compreende o contexto geológico regional, incluindo uma síntese da evolução tectônica do Cráton do São Francisco (CSF) e os eventos que podem ter modificado de alguma forma as rochas da região em estudo. No terceiro capítulo foi inserido o artigo científico submetido à Revista de Geociências da USP, contendo o principal produto do trabalho, que foi o mapeamento geológico e os principais resultados petrográficos e litogeoquímicos. O quarto capítulo versa sobre as ações e resultados da geofísica, com o tratamento dos elementos aeromagnéticos e gamaespectrométrico. O quinto e último capítulo trata das discussões e conclusões realizadas através da integração dos dados obtidos pelas análises supracitadas. Com relação aos anexos, no primeiro está inserido o mapa geológico da região de Maracás, na escala 1:100.000; no segundo está colocado o artigo a submetido à Revista de Geologia da USP, no terceiro e quarto estão as tabelas petrográficas modais e tabelas de análises químicas com os valores dos elementos maiores, menores, traço e Terras Raras, respectivamente.

CAPÍTULO 2 – GEOLOGIA REGIONAL

A área está inserida nos terrenos granulíticos do sul da Bahia que constituem uma importante porção do embasamento do Cráton do São Francisco (CSF) (ALMEIDA, 1977), o qual foi posteriormente nomeado de Província São Francisco por Mascarenhas *et al.* (1984) e Antepaís do São Francisco por Alkmin *et al.* (1993). Esta unidade geotectônica se estabilizou no final do Paleoproterozoico, em torno de 1,8 Ga (MASCARENHAS & GARCIA, 1989) (Figura 2.1A). Três episódios geotectônicos são registrados nesse Cráton: (i) o primeiro em torno de 2,0 Ga, denominado Ciclo Transamazônico (HURLEY *et al.*, 1967; CORDANI, 1973); (ii) o segundo em aproximadamente 1,1 Ga, considerado como Ciclo Espinhaço (PEDREIRA & MASCARENHAS, 1975) e, (iii) o terceiro batizado de Ciclo Brasileiro, que data de 0,7 Ga, (ALMEIDA, 1971; BRITO NEVES & CORDANI, 1973). Deve-se frisar que alguns autores (ALKMIN *et al.*, 1993, por exemplo) não consideram o Ciclo Espinhaço como tendo atuado na Bahia, e que a deformação observada na "Cordilheira do Espinhaço", teria ocorrido durante o Ciclo Brasileiro (MACEDO, 2006).

Os limites do CSF foram formados durante o Ciclo Brasileiro de idade Neoproterozoica, sendo margeado por faixas de dobramentos (MASCARENHAS & GARCIA, 1989), onde o Cráton funcionou como antepaís. O seu contorno foi mais bem definido por Ussami (1993) através de métodos geofísicos. Como observado na Figura 2.1, as faixas de dobramentos Neoproterozoicas foram compartimentadas e denominadas de: (i) Faixa Sergipana, situada a nordeste do CSF (BRITO NEVES, 1975); (ii) Faixa Riacho do Pontal, ao norte do CSF (BRITO NEVES, 1975); (iii) Faixa Rio Preto, na porção noroeste nomeada por Inda & Barbosa (1978); (iv) Faixa Brasília, situada a oeste do CSF (ALMEIDA, 1969), e (v) Faixa Araçuaí, localizada a sul do CSF (ALMEIDA, 1977) (Figura 2.1B).

Figura 2. 1 – (A) Principais crátons e sistemas orogenéticos neoproterozoicos do território brasileiro; (B) Mapa geológico simplificado do CSF. Fonte: Modificado de Alkmin *et al.*, 1993.



O embasamento do CSF na Bahia foi dividido em quatro unidades geotectônicas mais importantes por Barbosa (1986) Barbosa *et al.* (2001) e Barbosa & Sabaté (2002, 2004), sendo nomeadas de: (i) Bloco Gavião (BG); (ii) Bloco Serrinha (BS); (iii) Bloco Jequié (BJ), e (iv) Bloco Itabuna-Salvador-Curaçá (BISC). A geotectônica responsável pela aglutinação destes blocos ocorreu no Paleoproterozoico, em torno de 2,0 Ga (PEUCAT *et al.*, 2011), que formou o denominado Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá (OISC) (Figura 2.1B).

A área em estudo está situada sobre o BJ, o qual está situada a leste do BG e a oeste do BISC (Figura 2.1B). Alguns autores (CORDANI, 1973; BARBOSA, 1986 e 1990;

BARBOSA & SABATÉ, 2000; MACEDO, 2006) descrevem o BJ como um conjunto de rochas metamorfasadas na fácies granulito, onde o grupo mais antigo, são constituídos de granulitos heterogêneos com enclaves de rochas supracrustais (basaltos e basaltos andesíticos, bandas quartzo-feldspáticas, cherts/quartzitos, kinzigitos, grafititos, formações ferríferas bandadas e rochas máficas-ultramáficas) que através do método Sm-Nd datam de 3,0-2,9 Ga. (WILSON, 1987; MARINHO, 1991, MARINHO *et al.*, 1994). Esses granulitos heterogêneos foram intrudidos de forma múltipla por rochas graníticas-granodioríticas (enderbitos, charno-enderbitos e charnockitos) de baixo e alto teor de Ti (FORNARI & BARBOSA, 1992, 1994; MACEDO, 2006), de idade variando de 2,8-2,7 Ga através dos métodos Rb-Sr, Pb-Pb rocha total e U-Pb SHRIMP em zircões (WILSON, 1987, ALIBERT & BARBOSA, 1992). Esses plutonitos de alto grau ainda podem conter xenólitos dos granulitos heterogêneos (BARBOSA & SABATÉ, 2001; MACEDO, 2006). As rochas supracitadas podem ter sido formadas sobre um embasamento sob a forma de bacias intracratônicas tipo riftes, (BARBOSA *et al.*, 2003), local onde basaltos e andesitos basálticos, cherts, formações ferríferas bandadas, grafititos e kinzigitos podem ter se acumulado (BARBOSA, 1990).

As rochas do BJ encontram-se deformadas e metamorfasadas na fácies granulito e por vezes migmatizadas também em alto grau. Elas “sofreram” intrusões tardias de charnockitos em 2.0 Ga (BARBOSA & SABATÉ, 2002, 2004; MACEDO, 2006), que resultou na formação de estruturas dômicas. Segundo Barbosa *et al.* (2004) e Macedo (2006) a entrada desses corpos charnockíticos ajudaram a promover fusões parciais nas rochas supracrustais preexistentes, produzindo granitos do “tipo S”. As rochas enderbíticas, charno-enderbíticas e charnockíticas são co-magmáticas e derivadas de um magma de tendência calcioalcalina (BARBOSA & FONTEILLES, 1989; MACEDO, 2006). Macedo (2006) sugere que esta suíte enderbítica-charnockítica é caracterizada por dois litotipos distintos: granulitos enderbíticos-charnockíticos e granulitos charnockíticos, além de granulitos augen-charnoenderbíticos-charnockíticos. Mais recentemente, Santos (2009), Fernandes (2010), Queiroz (2011), Souza (2012) e Duarte (2015) caracterizaram, petrologicamente e quimicamente, os granulitos da região, sobretudo aqueles de Maracás.

O BG é um dos principais constituintes do CSF, trata-se de um amplo segmento crustal constituído de rochas TTG's que ocorrem de forma dispersa, podendo ser divididas em dois grupos: um mais antigo, de idade variando entre 3,4 e 3,2 Ga e outro com idades situadas entre 3,2 a 3,1 Ga. Ambos estão metamorfisados na fácies anfibolito tendo sido originados por fusão de basaltos toleióticos, deixando anfibolitos com granada ou eclogitos como resíduo. Considera-se que o grupo mais antigo de TTG diferencia-se do mais novo porque este último sofreu contaminação crustal (MARTIN *et al.*, 1991). O BG apresenta ainda, sequências vulcanossedimentares metamorfisadas na fácies xisto-verde e anfibolito baixo, que constituem os *greenstone belts* deste bloco. Ocorrem também gnaisses paraderivados, principalmente próximo aos *greenstones*, os quais são de difícil separação dos gnaisses ortoderivados (TTG's), devido às similaridades nas suas deformações e metamorfismo. Essas rochas podem também se apresentar com feições de migmatização (BARBOSA & SABATÉ, 2003; BARBOSA *et al.*, 2003). Esse bloco encontra-se parcialmente coberto por rochas metassedimentares paleo e mesoproterozoicas do Supergrupo Espinhaço e rochas neoproterozoicas do Supergrupo São Francisco, principalmente nas suas partes central e setentrional (BARBOSA *et al.*, 2012).

O BS é composto por migmatitos e ortognaisses arqueanos, sequências vulcanossedimentares equilibradas na fácies xisto-verde (*Greenstone Belts* Serrinha-Rio Itapicuru e Rio Capim) (BARBOSA *et al.*, 2012) e diversas intrusões graníticas Paleoproterozoicas (BARBOSA & SABATÉ, 2003; BARBOSA *et al.*, 2003). Os ortognaisses foram provenientes da deformação e metamorfismo na fácies anfibolito de rochas graníticas-granodioríticas e tonalíticas, datadas em torno de 3,1-2,8 Ga (BARBOSA & SABATÉ, 2003). Os plutonitos paleoproterozoicos possuem química que indica tratar-se de rochas calcioalcalinas normais, peraluminosas a metaluminosas, variando até alcalinas ou shoshoníticas (RIOS, 2002).

O BISC é dividido em dois segmentos principais, norte e sul (Figura 2.2). No norte, predominam rochas charnockíticas, embora ocorram subsidiariamente granulitos básicos e granulitos paraderivados denominados de Complexos São José do Jacuípe e Ipirá, respectivamente (TEXEIRA, 1997). Á sul ocorrem rochas tonalíticas/trondhjemíticas

(BARBOSA & PEUCAT, 2006) e corpos charnockíticos, todos com idades em torno de 2,6 Ga. Também são encontradas rochas supracrustais (quartzitos, gnaisses aluminomagnesianos, grafititos e formações manganésíferas), além de gabros/basaltos de fundo oceânico e/ou bacia back-arc de fonte mantélica (BARBOSA *et al.*, 2012), além de intrusões monzoníticas/shoshoníticas de 2,4 Ga (LEDRU *et al.*, 1993). Todas essas unidades encontram-se reequilibradas na fácies granulito, devido ao evento Paleoproterozoico antes referido (BARBOSA, 1990).

A evolução tectônica do Cráton do São Francisco no Estado da Bahia é bastante complexa, uma vez que apresenta diversos registros geológicos de geração, deformação e metamorfismo de suas rochas, desde o Arqueano até o Paleoproterozoico. Esses registros vêm sendo estudados por diversos autores (WILSON, 1987; BARBOSA & FONTEILLES, 1989; FIGUEIRÊDO, 1989; ARCANJO *et al.*, 1992; ALIBERT & BARBOSA, 1992; FORNARI & BARBOSA, 1992; FIGUEIRÊDO & BARBOSA, 1993; LEDRU *et al.*, 1993; MARINHO *et al.*, 1994; BARBOSA *et al.*, 1996; ALVES DA SILVA *et al.*, 1996; BARBOSA & SABATÉ, 2002, 2004; LEITE, 2002; PINHO, 2005; MACEDO, 2006; LEITE *et al.*, 2009; PEUCAT *et al.*, 2011). No presente trabalho, o maior interesse se encontra na evolução geodinâmica do Paleoproterozoico, cujo clímax orogenético é datado entre 2,10 e 2,02 Ga (BARBOSA *et al.*, 2012).

Do ponto de vista geotectônico, como supracitado, o CSF foi gerado por sucessivos episódios tectônicos, interpretados como eventos de acreções crustais e/ou colisões continentais durante a orogenia paleoproterozoica (BARBOSA *et al.* 2003).

A orogenia paleoproterozoica constitui-se de um evento colisional oblíquo, no sentido NW-SE, dos quatro segmentos crustais arqueanos que compõem o CSF. Esses segmentos, Blocos Gavião, Jequié, Itabuna-Salvador-Curaça e Serrinha vieram a colidir dando origem ao Cinturão Itabuna-Salvador-Curaça (BARBOSA & SABATÉ 2002, 2004), ao Lineamento Contentas Mirante-Jacobina (SABATÉ *et al.* 1990) e ao Cinturão Salvador-Esplanada (BARBOSA 1996). Essa orogenia mostra a presença de, principalmente, falhas de empurrão regionais e zonas transcorrentes tardias (BARBOSA & SABATÉ 2002) com cinemática predominantemente sinistral, segundo Alves da Silva & Barbosa (1997 *apud* BARBOSA & SABATÉ, 2002) (Figura 2.2A).

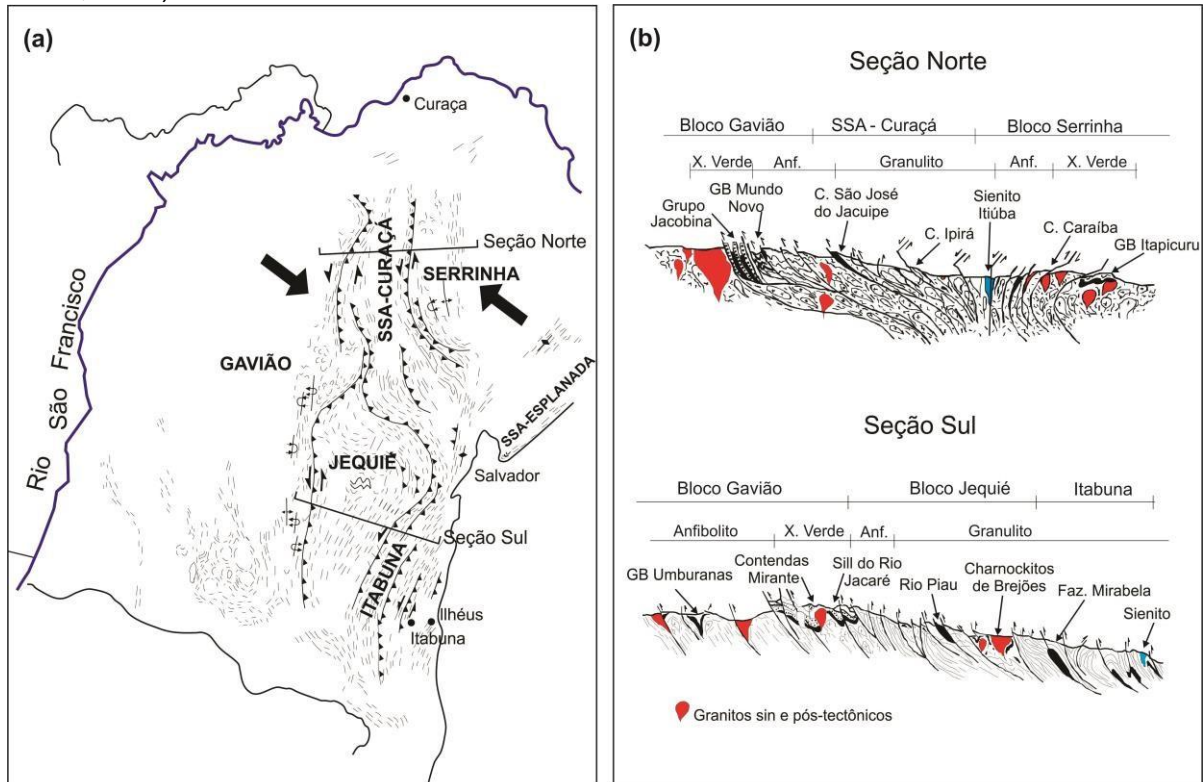
Na região norte da Bahia (Figura 2.3B), o Bloco Serrinha ao aproximar-se do Bloco Gavião, proporcionou um encurtamento crustal de E para W, gerando assim, ao longo da direção N-S, uma feição tectônica do tipo “flor positiva” (PADILHA & MELO 1991).

Essa tectônica de encurtamento crustal propiciou uma disposição singular, onde através cavalgamento de rochas arqueanas dos Complexos Caraíba, São José do Jacuípe e Ipirá, aliadas na evolução do evento para zonas de cisalhamento sinistróginas com intrusões graníticas sin- e pós-tectônicas de idade em torno de 2,09 e 2,06 Ga (BARBOSA *et al.*, 2008).

Na porção sul do Estado (Figura 2.2B), no período inicial desse evento colisional, há 2,4 Ga. (LEDRU *et al.*, 1997), a tectônica convergente propiciou a geração de rampas frontais com componentes tangenciais que gerou a obducção do Bloco Itabuna-Salvador-Curaçá sobre o Bloco Jequié, o qual sofreu o mesmo efeito sobre o Bloco Gavião.

Nesses terrenos metamórficos de alto grau ocorrem dobras recumbentes, redobradas coaxialmente que demonstram formas isoclinais (BARBOSA & SABATÉ 2002, 2004). Durante o Paleoproterozoico, nesses blocos é identificada foliação penetrativa ou bandamento, produtos desse evento. No Bloco Jequié, alvo desse trabalho, é identificado no mínimo dois episódios dúcteis de um evento progressivo (BARBOSA 1986, BARBOSA & MORAES 1994) formando estruturas em laço (RAMSAY & HUBER 1987).

Figura 2. 2 – (A) Posição dos blocos arqueanos após a colisão paleoproterozoica. (B) Estruturação regional das unidades geotectônicas, após a colisão paleoproterozoica dos blocos arqueanos nas porções norte e sul do Cráton do São Francisco (modificado de BARBOSA & SABATÉ, 2004).



Ambas as regiões, norte e sul, foram submetidas a dois episódios deformacionais, onde o primeiro é responsável pela geração de dobras recumbentes com eixos aproximadamente horizontais, de direção N-S, superimpostas por rampas de cisalhamentos com vergência para oeste e o segundo com a primeira foliação sendo redobrada com geometria isoclinal a apertada com geração de eixos subhorizontais e planos axiais subverticais. A evolução dessa tectônica pode gerar em certos locais e transposição da foliação prévia com a geração dos planos axiais das dobras redobradas (BARBOSA & SABATÉ, 2004).

Este trabalho vem adicionar informações importantes para o entendimento da evolução tectônica da porção sudeste do Cráton do São Francisco, através da evolução no entendimento da tectônica do Bloco Jequié.

CAPÍTULO 3 – MAPEAMENTO GEOLÓGICO, PETROGRAFIA E ASPECTOS LITOGEOQUÍMICOS DOS GRANULITOS DA REGIÃO DE MARACÁS, BAHIA, BRASIL

GEOLOGICAL MAPPING, PETROGRAPHY AND LITOGEOCHEMICAL OF THE MARACÁS GRANULITES, BAHIA, BRAZIL

(Artigo submetido à Revista de Geociências da USP-Universidade de São Paulo)

MAPEAMENTO GEOLÓGICO, PETROGRAFIA E ASPECTOS LITOGEOQUÍMICOS DOS GRANULITOS DA REGIÃO DE MARACÁS, BAHIA, BRASIL

GEOLOGICAL MAPPING, PETROGRAPHY AND LITOGEOCHEMICAL OF THE MARACÁS GRANULITES, BAHIA, BRAZIL

Título curto: GEOLOGIA DOS GRANULITOS DE MARACÁS, BA, BR

Thiago Drumond Assis de Queiroz

Universidade Federal da Bahia – Bahia - Brasil

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina. CEP: 40.170-020. Salvador – Bahia.

E-mail: ticodeumond@hotmail.com. Telefone: (71) 99982-6355

Johildo Salomão Figueiredo Barbosa

Universidade Federal da Bahia – Bahia - Brasil

Endereço: Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Campus Universitário de Ondina. CEP: 40.170-020. Salvador – Bahia.

E-mail: johildo@cpgg.ufba.br. Telefone: (71) 999794545

Lucas Teixeira de Souza

Universidade Federal do Oeste da Bahia

Endereço: Rodovia BA 827, s/n, Campus Reitor Edgard Santos – Prainha. CEP: 47.800-000. Barreiras – Bahia.

E-mail: real_souza@hotmail.com. Telefone: (71) 991977606

RESUMO

A presente pesquisa visou caracterizar os litotipos metamórficos da região de Maracás, a qual está localizada na região sul/sudeste do Estado da Bahia. Essa área envolve parte da região granulítica do sul-sudeste da Bahia, composta de metamorfitos arqueanos-paleoproterozoicos que compõem o Bloco Jequié (BJ) um dos componentes mais importantes do Cráton do São Francisco. O trabalho é fruto da integração dos dados de campo, petrológicos e litogeoquímicos, os quais possibilitaram a identificação de sete unidades geológicas, denominadas de: (i) (SCG) supracrustais granulitizadas composta de paragneisses com bandas básicas e félsicas, quartzitos com ou sem granada e granulitos alumino-magnesianos (kinzigitos); (ii) (CH4) granulitos augen-charnoenderbíticos-charnockíticos compostos por rochas charnockíticas, com protólitos de caráter metaluminoso com um trend calcioalcalino de médio potássio; (iii) (CH1) granulitos enderbíticos-charnockíticos com protólitos peraluminosos a metaluminosos do tipo cálcio-alcalino de médio K; (iv) (CHO) granulitos ortoderivados formados por rochas charnockíticas a charnoenderbíticas com características peralcalina ou peraluminosa com tendência calcioalcalina de intermediário potássio e (v) (MUM) corpos máficos-ultramáficos exibindo granulação fina a média. Esse trabalho vem contribuir na atualização do mapa geológico da região sul/sudeste do estado da Bahia, inclusive proporcionando uma melhor contextualização do arcabouço geotectônico deste cinturão granulítico, além de promover uma melhor compreensão da tectônica do Bloco Jequié e, por consequência de parte do Cráton São Francisco na Bahia.

Palavras-chave: Mapeamento geológico; Granulitos; Região de Maracás; Bahia.

ABSTRACT

This study aimed to characterize the metamorphic rocks from Maracas region, which is located in the southern/ southeastern portion of Bahia. This area involves part of the granulitic complex of this region of Bahia, composed of Archean-Paleoproterozoic metamorphic rock types that make up the Jequié Block (BJ) one of the important components of the Cráton. This research is the result of the integration of field data, petrological and lithogeochemical, which allowed the identification of seven geological units: (i) (SCG) heterogeneous granulites ortho and paraderiveds composed of charnockite granulite, paragneiss with basic and felsic bands, quartzites with or without garnet and aluminum-magnesium granulites (kinzigites); (ii) (CH4) augen-charnoenderbitic-charnockitic granulites composed of rocks with of metaluminous protolith and a calcium-alkaline trend with average potassium; (iii) (CH1) enderbitic-charnockitic granulites with peraluminous or metaluminous and calcium type medium K protolith; (iv) (CH0) granulites ortoderiveds formed by charnockitic to charnoenderbitic rocks with features peralkaline or peraluminous with calc-alkaline trend potassium intermediate; (V) (MUM) mafic-ultramafic bodies exhibiting fine to medium grains; (vi) (NQD) recent detrital deposits corresponding to semiconsolidated sediment poorly selected; and (vii) (ALU) alluvial deposit. The present research contributes to update of the geological state map, inclusive providing a better contextualization of the tectonic framework that acted on the south / southeast granulite belt of Bahia. In addition to promoting a better understanding regarding the tectonics of the Jequié Block and, therefore, part of the São Francisco Cráton, in Bahia

Keywords: Geological mapping; Region of Maracás; Granulite; Bahia.

3.1. INTRODUÇÃO

O mapeamento geológico é de extrema importância em áreas carentes de conhecimento geológico, como é o caso da região granulítica de Maracás. O mapeamento geológico possibilita o desenvolvimento, tanto na área de mineração, meio-ambiente e hidrologia, como nos casos do uso do solo. Sendo assim, seguindo nessa direção, a atual pesquisa incluiu o mapeamento geológico na escala 1:100.000, através de trabalhos de campo, análises petrográficas e litogeoquímicas da região em foco. Com tais ferramentas, foi possível aprofundar o conhecimento das rochas metamórficas da região: (i) do ponto de vista petrográfico, identificando os processos metamórficos que ocorreram sobre as mesmas e (ii) do ponto de vista petroquímico, identificando, através da análise de química de rocha total (elementos maiores, menores, traços e Terras Raras), as possíveis séries magmáticas pertencentes aos protólitos.

3.2. GEOLOGIA REGIONAL

A área está inserida na região sul/sudeste da Bahia no denominado “terrenos granulíticos” que engloba uma importante porção do embasamento do Cráton do São Francisco (CSF) (ALMEIDA, 1977). Na Bahia, Barbosa (1986), Barbosa *et al.* (2001) e Barbosa & Sabaté (2002, 2004) dividiram o CSF em quatro unidades geotectônicas mais importantes, nomeadas de: (i) Bloco Gavião (BG); (ii) Bloco Serrinha (BS); (iii) Bloco Jequié (BJ), e (iv) Bloco Itabuna-Salvador-Curaçá (BISC).

A área situa-se no BJ, que apresenta rochas deformadas, metamorfizadas e as vezes migmatizadas na fácies granulito. Do ponto de vista pós-tectônico ocorrem ainda nesse bloco, intrusões tardias de charnockitos e de rochas máficas-ultramáficas com idades em torno de 2.0 Ga, próximas àquelas do metamorfismo (2,08 Ga) (BARBOSA & SABATÉ, 2002, 2004; MACEDO, 2006). Vale colocar que trabalhos recentes, como aqueles de Santos (2009), Fernandes (2010), Queiroz (2011), Souza (2012) e Duarte (2015) também estudaram preliminarmente esses granulitos, cujos resultados foram aqui incorporados.

3.3. METODOLOGIA APLICADA À PESQUISA

A pesquisa desenvolveu o mapeamento geológico da área na escala 1:100.000, com base em trabalhos de campo, análise petrográficas e litogeoquímicas. Essas ferramentas possibilitaram ampliar os conhecimentos das rochas metamórficas da região, onde: (i) tectonicamente hierarquizou-se das estruturas, possibilitando-se identificar os eventos tectônicos regionais; (ii) petrograficamente, identificou-se os processos metamórficos que ocorreram sobre as mesmas e, (ii) petroquimicamente, através das análises químicas de rocha total (elementos maiores, menores, traços e Terras Raras), interpretou-se as possíveis séries magmáticas e características dos protólitos desses granulitos.

3.4. RESULTADOS

Tomando-se como base os trabalhos realizados nos principais afloramentos da área, através dos estudos macroscópicos e posteriormente petrográficos (lâminas delgadas e delgadas-polidas) e litogeoquímicos, foi possível caracterizar as principais unidades geológicas da área. Com isso houve a individualização de sete unidades geológicas, sendo quatro predominantemente plutônicas, uma formada de rochas supracrustais granulitizadas e duas geradas por processos deposicionais recentes. Os protólitos são considerados de idade arqueana que foram deformados e granulitizados no paleoproterozoico, com exceção das unidades recentes.

Os dados coletados nessa pesquisa, aliado aos trabalhos recentes de Macedo (2006), Santos (2009), Fernandes (2010), Queiroz (2011), Souza (2012) e Duarte (2015), permitiu identificar cinco litotipos, sem considerar os depósitos detríticos recentes (NQd) e os depósitos aluvionares (ALU), a saber: (i) supracrustais granulitizadas SCG, compostas de bandas básicas e félsicas quartzo-feldspáticas, quartzitos com ou sem granada e granulitos alumino-magnesianos (kinzigitos); (ii) granulitos *augen-charnoenderbíticos-charnockíticos* CH4; (iii) granulitos enderbíticos-charnockíticos CH1; (iv) granulitos heterogêneos ortoderivados CHO e (v) rochas máficas-ultramáficas MUM (Figura 3.1).

Vale colocar que nos trabalhos de campo, identificou-se claramente as fases deformacionais sugeridas por Barbosa (1986) e Macedo (2006). Assim, foram observadas quatro fases deformacionais ligadas à evolução da área em foco: (i) a primeira (F1) é caracterizada por dobras recumbentes com vergências associadas a grandes *thrusts* sub-horizontais, com os eixos das charneiras das dobras em geral com trend NE-SW e suave caimento para SW; (ii) a segunda (F2) está representada por dobras isoclinais, originadas pelo redobramento coaxial das dobras recumbentes, sendo caracterizadas por dobras apertadas com eixos de direção N-S e caimento de baixo ângulo para norte-nordeste e (iii), a terceira (F3) está representada por zonas de cisalhamento que tendem à vertical, transcorrentes ou transpressivas, paralelas aos planos axiais das dobras isoclinais e, a quarta (F4) constituída por uma tectônica dúctil-rúptil e rúptil, possivelmente proveniente do colapso orogênico da região. As interpretações do arcabouço estrutural estão inclusas nas seções geológicas A-A' (Figura 3.2) e B-B' (Figura 3.3).

Figura 3.1 – Mapa geológico simplificado dos granulitos da região de Maracás.

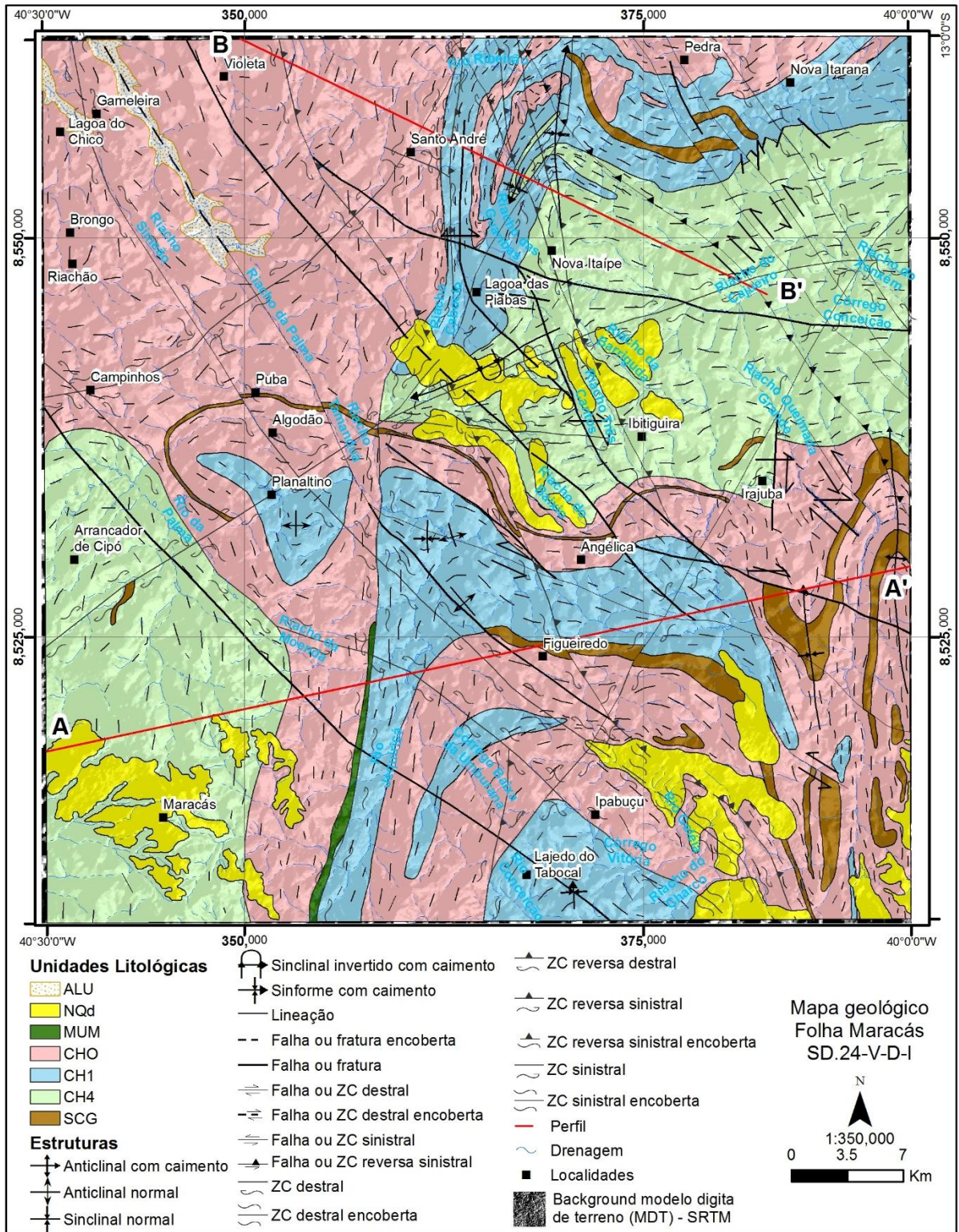


Figura 3.2 – Seção geológica A-A', demonstrando o arcabouço tectônico-estrutural do Bloco Jequié na porção centro sul da região de Maracás com as estruturas hierarquizadas por fase: (F1) preto; (F2) verde; (F3) vermelho; e (F4) cinza.

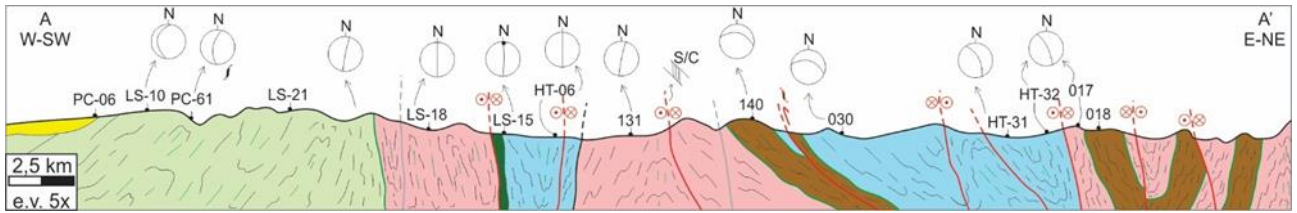
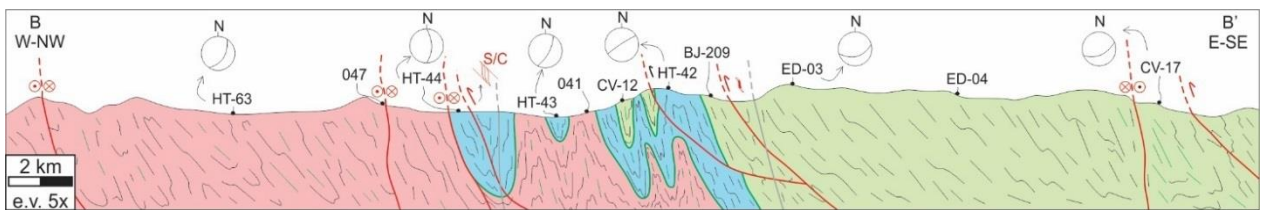


Figura 3.3 – Seção geológica B-B', demonstrando o arcabouço tectônico-estrutural do Bloco Jequié na porção norte da região de Maracás com as estruturas hierarquizadas por fase: (F1) preto; (F2) verde; (F3) vermelho; e (F4) cinza.



3.4.1. Rochas supracrustais granulitizadas (SCG)

As rochas supracrustais granulitizadas SCG tem sua maior ocorrência na porção leste-sudeste da área. Esse litotipo apresenta contatos litológicos ou tectônico, por zona de cisalhamento ou por falha (Figura 3.1).

Essa unidade paragnáissica é representada por rochas que variam desde granulitos kinzigíticos ou alumino-magnesianos (Foto 3.1A) até quartzitos (Foto 3.1B), com ou sem granada. Localmente aflora material argiloso em tons esverdeados gerados através da alteração de rochas máficas que eventualmente encontram-se intercaladas. Os afloramentos dessa unidade ocorrem sob a forma de lajedos, blocos, cortes de estradas, cascalherias (para os termos quartzíticos) ou nos canais de drenagem.

Foto 3.1 – (A) Kinzigítos foliados/bandados. (B) Intercalações quartzo-feldspáticas nas rochas quartzíticas da SCG, destacando-se a foliação/bandamento.

(A)



(B)



Macroscopicamente os termos kinzigíticos apresentam coloração cinza a cinza escura quando são e coloração amarelada quando alterados, fazendo destacar a foliação/bandamento da rocha. Essas bandas podem estar boudinadas e dobradas ou até migmatizadas com cristais de cordierita no neossoma. As rochas quartzíticas com ou sem granada possuem textura variando de fina a média, estando em geral significadamente fraturadas. Essas rochas podem estar intercaladas com material quartzo-feldspático. São observadas deformações dúcteis e rúpteis nessa unidade, onde as primeiras são expressas por foliações e dobramentos. Vez por outra nota-se a presença de bandas de cisalhamento, em geral sinistrais de direções preferenciais N030° e N120°. Essas bandas de cisalhamento, ocorrem em escala local até regional, com rejeitos centimétricos a quilométricos, respectivamente. Falhas e fraturas que truncam as estruturas presentes nessas rochas são os representantes da tectônica rúptil.

Microscopicamente os kinzigítos têm como principal mineralogia o plagioclásio, quartzo, granada, mesopertita e biotita e como minerais acessórios o anfibólio, ortopiroxênio, clinopiroxênio, cordierita, silimanita, espinélio e minerais opacos. Na Tabela 3.1 encontra-se a análise modal das principais amostras que caracterizam esse litotipo. Como traço, ocorrem ainda zircão e feldspato pertítico. Nessas rochas são observadas texturas do tipo granoblástica decussada, porfiroblástica, inequigranular, por vezes equigranular e poiquiloblástica em peneira. Os grãos, normalmente, são

subidioblásticos a xenoblásticos, raramente idioblásticos, com limites curvos, irregulares e lobados embora esporadicamente sejam retos (Fotomicrografia 3.1A). Os quartzitos apresentam na sua composição principal o quartzo incluindo a ocorrência de granada (Fotomicrografia 3.1B) e argilominerais, subordinadamente. Esses últimos foram gerados através da alteração de plagioclásios, os quais são raramente observados nas lâminas (Tabela 3.2). As texturas mais importantes desse litotipo varia de inequigranular a porfiroblástica, com grãos xenoblásticos, por vezes subidioblásticos, proporcionando uma trama mineral com contatos irregulares, curvos, lobados e, raramente, retos.

Tabela 3.1 – Composição mineralógica modal dos termos kinzigíticos das rochas supracrustais granulitizadas SCG. Ap – apatita, Bt – biotita, Crd – cordierita, Cpx – clinopiroxênio, Grt – granada, Mp – mesopertita, Op – minerais opacos, Opx – ortopiroxênio, Pl – plagioclásio, Qtz – quartzo, Sil – silimanita e Zr – zircão.

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
Granulitos kinzigíticos ou granulitos aluminó-magnesianos				
BJ-107A	Pl (55%); Grt (15%); Qtz (12%); Bt (9%); Op (7%)	Opx (2%)		Bt
ED-06B	Pl (61%); Qtz (16%); Crd (13%); Op (7%)	Bt (1,5%); Sil (1%)	Grt; Zr	Bt; Op
HT-52H	Mp (20%); Pl (19%); Cpx (17%); Qtz (14%); Grt (12%); Opx (9%); Bt (5%)	Op (4%)	Zr	
LE-03F	Grt (35%); Pl (32%); Opx (16%); Qtz (9%)	Bt (4%); Op (4%)		Bt; Op
LS-11	Qtz (35%); Mp (30%); Bt (13%); Grt (8%); Op (6%)	Pl (5%); Ap (3%)	Zr	Bt; Op

OBS: Abreviaturas dos minerais segundo Kretz (1983), Mandarino (1999) e Mandarino & Back (2004).

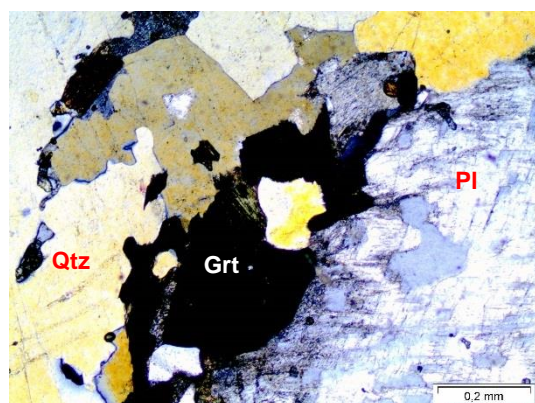
Tabela 3.2 – Composição mineralógica modal dos termos quartzíticos das rochas supracrustais granulitizadas SCG. Arm – argilominerais, Am – anfibólio, Bt – biotita, Cpx – clinopiroxênio, Grt – granada, Mir – mimerquita, Op – minerais opacos, Pl – plagioclásio, Qtz – quartzo e Zr – zircão.

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
Quartzitos ou quartzitos granatíferos				
HT-20	Qtz (72%); Arm (20%); Grt (8%)			
HT-28	Arm (80%); Qtz (14%); Pl (6%)			
JB-05	Qtz (81%); Grt (9%)	Pl (3%); Op (2%); Cpx (2%); Am (2%); Bt (1%);		
JB-05A	Qtz (79%); Grt (7%)	Cpx (4%); Bt (4%); Op (3%); Pl (2%)	Zr	
JB-06	Qtz (76%); Grt (12%)	Pl (4%); Op (3%); Mir (2%); Cpx (1%); Am (1%); Bt (1%);	Zr	

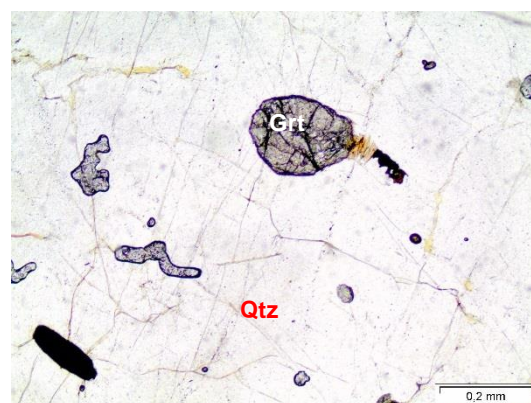
OBS: Abreviaturas dos minerais segundo Kretz (1983), Mandarinó (1999) e Mandarinó & Back (2004)

Fotomicrografia 3.1 – (A) Textura inequigranular, com cristais subidioblástico a xenoblástico e limites curvos, irregulares, interlobados ou serrilhados, onde se observa granada entre os cristais de quartzo e plagioclásio (NX). (B) Granada subidioblástica inclusa em matriz quartzosa (PP).

(A)



(B)



3.4.2. Granulitos *augen*-charnoenderbíticos-charnockíticos (CH4)

Essa unidade ocupa as porções centro-norte e sudoeste da folha Maracás, dispondo-se em geral sob a forma de lajedos ou em cortes de estradas. Faz contato litológico ou tectônico tanto com rochas CH1 como CHO (Figura 3.1). Esse litotipo

apresenta coloração variando de cinza-esverdeado a cinza-escuro e tons amarelados a bege quando intemperizados.

Macroscopicamente essas rochas apresentam-se com aspecto homogêneo, anisotrópico, com grãos inequigranulares e textura *augen* característica. Os pórfiros de mesopertita e plagioclásio antipertítico têm tamanhos centimétricos e estão imersos em uma matriz de textura fina, composta por quartzo, microclina, plagioclásio, biotita, anfibólio, clinopiroxênio e ortopiroxênio (Foto 3.2A). Algumas zonas dessa unidade tendem a apresentar concentrações de magnetita na matriz, destacada pela coloração mesocrática e pelo magnetismo. Essa unidade apresenta forte foliação, na porção centro-norte, exibem direção preferencial E-W, variando entre N060° a N110° com mergulhos de baixo a médio ângulo, situados entre 20 e 75°. Por sua vez, na porção sudoeste da área, esse litotipo tem foliação principal na direção N-S, com mergulhos variando de 35° a subveticais. Marcadores cinemáticos em geral indicam uma cinemática sinistral, seja por observação nos porfiroclastos do tipo σ (Foto 3.2B) ou Δ . Estruturas S/C/C' ou porfiroclastos com estrutura antitética destal em envoltória sinistral também são observadas. A unidade CH4 é cortada por estruturas rúpteis que apresentam direções preferenciais N030° e N120°.

Foto 3.2 – (A) Afloramento do granulito CH4 com textura *augen* típica dessa unidade. (B) Porfiroclastos de mesopertita, do tipo σ indicando cinemática sinistral.

(A)



(B)

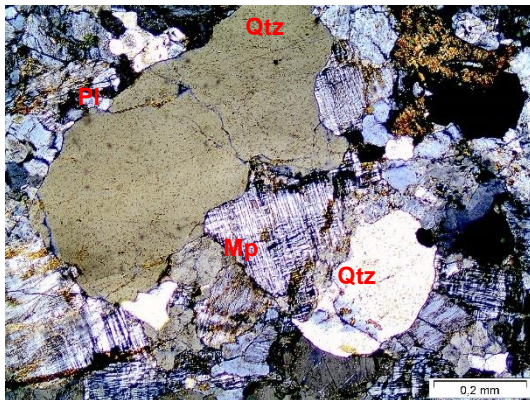


Descreveu-se trinta e três lâminas petrográficas dessa unidade verificando-se que a mesopertita, quartzo e plagioclásio são os minerais principais. Biotita, anfibólio, clinopiroxênio, ortopiroxênio, mirmequita, K-feldspato e minerais opacos são

considerados minerais acessórios ficando o zircão e a apatita como minerais traços. Essas rochas se caracterizam pela presença de megacristais de feldspato mesoperfítico, em geral inequigranulares, granoblásticos a subidioblásticos (Fotomicrografia 3.2A e B). Eles estão imersos em uma matriz de grãos finos, xenoblásticos, com contatos irregulares a curvos entre si. Algumas das texturas que caracterizam essa unidade são a granoblástica decussada, lepidoblástica ou poiquiloblástica em peneira, além da mimerquítica, nematoblástica e porfiroblástica. A Tabela 3.3 apresenta a moda de cinco amostras típicas dessa unidade e quando colocadas no diagrama QAP (Streckeisen, 1976), são classificadas como charnockito/granito, e subordinadamente como charno-enderbito/granodiorito e hiperstênio-mangeirto/qtz-monzonito (Figura 3.4A).

Fotomicrografia 3.2 – (A) Textura mortar entre os cristais de mesopertita e quartzo com contatos curvos a irregulares (NX). (B) Cristais de biotita e anfibólio em matriz com mirmequita, quartzo, k-feldspato e plagioclásio. Contatos curvos a irregulares com cristal de mirmequita rotacionado, sendo do tipo Δ (NX).

(A)



(B)

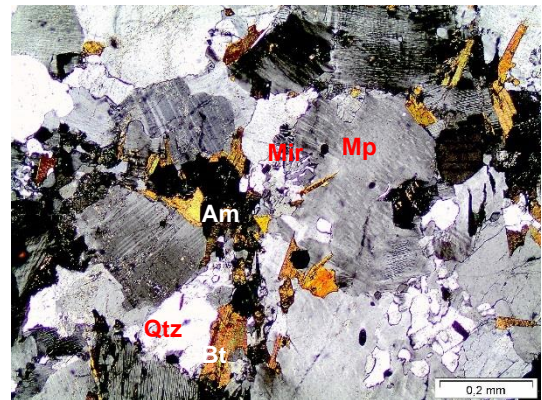


Tabela 3.3 – Composição mineralógica modal das rochas augen-charnoenderbíticas-charnockíticas CH4. Am – anfibólio, Ap – apatita, Bt – biotita, Kfs – feldspato potássico, Mir – mimerquita, Mp – mesopertita, Op – minerais opacos, Opx – ortopiroxênio, Pl – plagioclásio, Qtz – quartzo e Zr – zircão.

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
CV-9	Mp (28%); Qtz (27%); Pl (20%); Kfs (10%)	Op (4%); Bt (3%); Mir (3%); Opx (3%); Am (2%)	Ap	Am; Bt; Op
ED-01	Mp (68%); Qtz (22%)	Kfs (3%); Am (2%); Opx (1%); Pl (1%); Mir (1%); Bt (1%); Op (1%)	Ap	Bt; Am; Op; Pl; Kfs
ED-02	Mp (59%); Qtz (26%)	Am (4%); Pl (3%); Opx (3%); Bt (2%); Op (2%); Mir (1%)	Ap; Zr	Am; Bt; Op
LS-12	Mp (29%); Qtz (25%); Am (20%); Cpx (15%)	Op (5%); Pl (5%); Ap (1%)	Zr	
HT-37	Mp (60%); Qtz (25%); Pl (6%)	Opx (3%); Am (3%); Bt (3%)	Ap; Zr	Am; Bt; Op

OBS: Abreviaturas dos minerais segundo Kretz (1983), Mandarino (1999) e Mandarino & Back (2004)

Na caracterização geoquímica das rochas da unidade CH4 foi utilizado um total de vinte e seis amostras, sendo todas analisadas para elementos maiores, dezoito para elementos traços e onze para elementos Terras Raras (ETR), onde a Tabela 3. 4 apresenta a média dessas análises. De posse dos dados analíticos, calculou-se a norma CIPW com hornblenda dessas rochas, cujos resultados foram colocados no diagrama ternário QAP normativo de Streckeisen (1975) (Figura 3.4B) notando-se que os pontos das análises químicas mais representativas dessas amostras situaram-se preferencialmente no campo dos charnockitos/granitos. Exceção se faz para uma das amostras que se localizou no campo dos charno-enderbítos/granodioritos. Em termos de comparação, há boa similaridade entre os diagramas QAP modais e normativos (Figura 3.4A e B).

Tabela 3. 4 – Média das análises químicas das unidades charnockíticas estudadas.

	CHO	CH1	CH4		CHO	CH1	CH4
SiO ₂	71.85	71.99	71.30	La	51.08	41.95	90.22
TiO ₂	0.30	0.30	0.47	Ce	94.04	70.49	158.22
Al ₂ O ₃	13.62	13.52	12.78	Pr	10.27	7.49	18.50
Fe ₂ O ₃	3.37	2.78	4.22	Nd	36.94	26.37	66.96
FeO	2.69	2.37	3.12	Sm	6.87	4.49	13.00
MnO	0.05	0.03	0.06	Eu	1.26	1.19	2.02
MgO	0.68	0.70	0.39	Gd	6.90	3.94	12.84
CaO	2.13	2.24	1.77	Tb	1.28	0.60	2.18
Na ₂ O	3.18	3.38	3.10	Dy	7.89	3.21	12.43
K ₂ O	4.38	4.02	5.20	Ho	1.77	0.67	2.61
P ₂ O ₅	0.10	0.06	0.11	Er	5.39	1.75	7.46
Total	100.70	99.27	100.92	Tm	0.85	0.25	1.12
Mg#	0.16	0.16	0.11	Yb	5.28	1.51	6.69
K ₂ O+N				Lu	0.80	0.22	0.99
a ₂ O	7.56	7.39	8.30				
K ₂ O/N				F			475.43
a ₂ O	1.43	1.23	1.71	Sc (ppm)	7.53	6.13	9.50
PF	0.43	0.45	0.15	Be	4.92	3.17	2.00
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0.02				
Ni				Mo	1.82	1.62	4.16
(ppm)	22.27	32.00	17.50	Zn	34.26	31.54	93.36
Co	5.93	6.00	4.15	Ni	5.91	7.51	2.40
V	39.33	39.80	22.61	As			
Cu	9.59	10.35	12.87	Au	1.90	0.60	
Pb	5.26	4.90	4.90	Tl	0.20	0.20	0.80
Sn	2.32	1.77	3.61	Sum	99.84	99.85	99.73
Rb	127.75	101.76	182.52	W	15.50	5.70	8.00
Cs	0.29	0.27	20.79	TOT/C	0.07	0.05	57.00
Ba	507.00	596.69	794.06	TOT/S	0.04	0.04	
Sr	121.88	137.18	108.21	Ag			
Ga	18.53	18.13	21.01	Bi	0.10		
Ta	0.72	0.54	5.69	Cd			
Nb	10.41	9.26	25.56	Hg			
Hf	5.58	6.31	25.65	Sb			
Zr	210.88	217.81	423.82	Se			
Y	50.17	18.49	80.63	CO ₂			0.28
Th	21.01	16.03	17.76	Cl			155.86
U	4.56	2.44	5.91				

A unidade CH4 quando exemplificada no diagrama ternário AFM de Irvine & Baragar (1971), nota-se uma concentração de pontos próximo ao lado AF do diagrama com os termos mais diferenciados distribuídos no domínio calcioalcalino (Figura 3.4C). Por sua vez essas rochas em geral mostram caráter metaluminoso e, raramente, peralcalino como demonstra o gráfico de Shand (1943) (Figura 3.4D).

Observando os diagramas de Harker (1909) têm-se uma boa organização dos pontos representativos das análises químicas em *trends*, sugerindo uma baixa atuação do metamorfismo na dispersão dos elementos químicos. Os óxidos TiO₂, Al₂O₃, MgO, CaO, P₂O₅, K₂O e FeO_t apresentam um comportamento compatível durante o processo de diferenciação magmática (Figura 3.5). Por sua vez, para os elementos traços, observa-se uma correlação negativa para os elementos compatíveis Ba, Sr, Zr e Y, e uma

correlação positiva para o elemento incompatível Rb e Ce, que tende a se concentrar no líquido durante a diferenciação magmática dos protólitos do litotipo CH4 (Figura 3.6).

Os espectros de Terras Raras da unidade CH4, normalizado segundo o condrito de Boyton (1984) (Figura 3.4E) exibem fracionamento, com enriquecimento em ETR leves de 200 a 500 x condrito, e empobrecimento em ETR pesados entre 20 e 50 x condrito, além de apresentarem anomalia negativa de Eu. A significativa diferença entre os valores normalizados, indica que a formação das rochas pré-metamórficas foi através de diferenciação magmática, pois, onde as rochas com os teores mais elevados de SiO₂ possuem também maiores concentrações de TR. No diagrama multielementar de elementos traços e alguns ETR, normalizado para manto primitivo (SUN & MCDONOUGH, 1989) (Figura 3.4F) verifica-se enriquecimento nos incompatíveis leves (LILE) Rb, K, e dos incompatíveis pesados (HFSE) Th e U de mais de 100 vezes. Também fica demonstrado a presença de anomalias negativas de Ba, Nb, Sr, P e Ti e discrepâncias nos valores de La e Lu quando observada cada amostra individualmente.

Figura 3.4 – Diagramas característicos dos granulitos augen-charnoenderbíticos-charnockíticos CH4. A) e B) Diagramas QAP, modal e normativo, respectivamente (Streckeisen, 1976), 1 – Charnockito/Granito, 2 – Charno-enderbító/Granodiorito, 3 – Enderbitó/Tonalito, 4 – Hiperstênio-mangerito/Qtz-monzonito, 5 – Hiperstênio-jotunito/Qtz-monzodiorito, 6 – Hiperstênio-diorito/Qtz-diotiro. C) Digrama triangular AFM de Irvine & Baragar (1971), onde: Th - série toleítica e CA - série cálcio-alcalina. D) Índice de saturação em alumina (Shand, 1943). E) Padrões de distribuição dos ETR normalizados segundo o condrito de Boynton (1984). F) Diagrama multielementar normalizado para manto primitivo (Sun & McDonough, 1989).

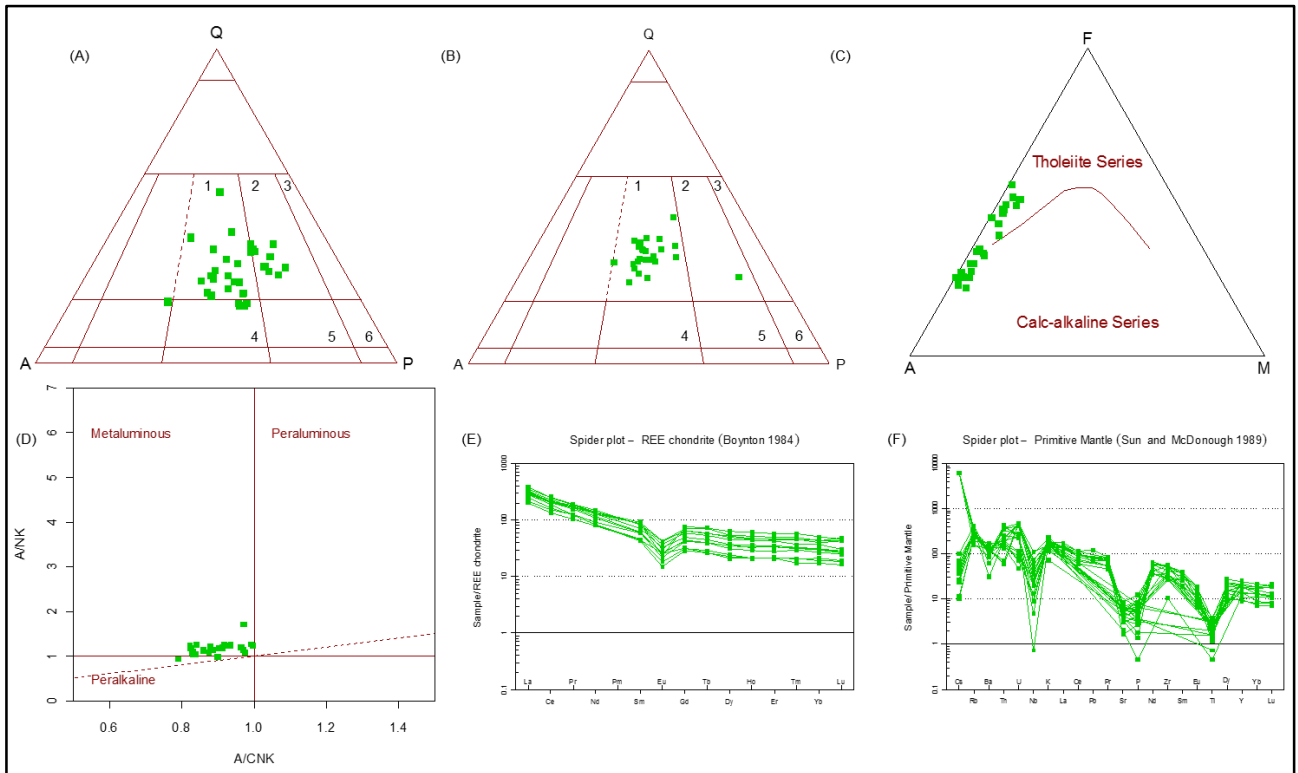


Figura 3.5 – Elementos maiores da unidade CH4 colocados nos diagramas de Harker (1909).

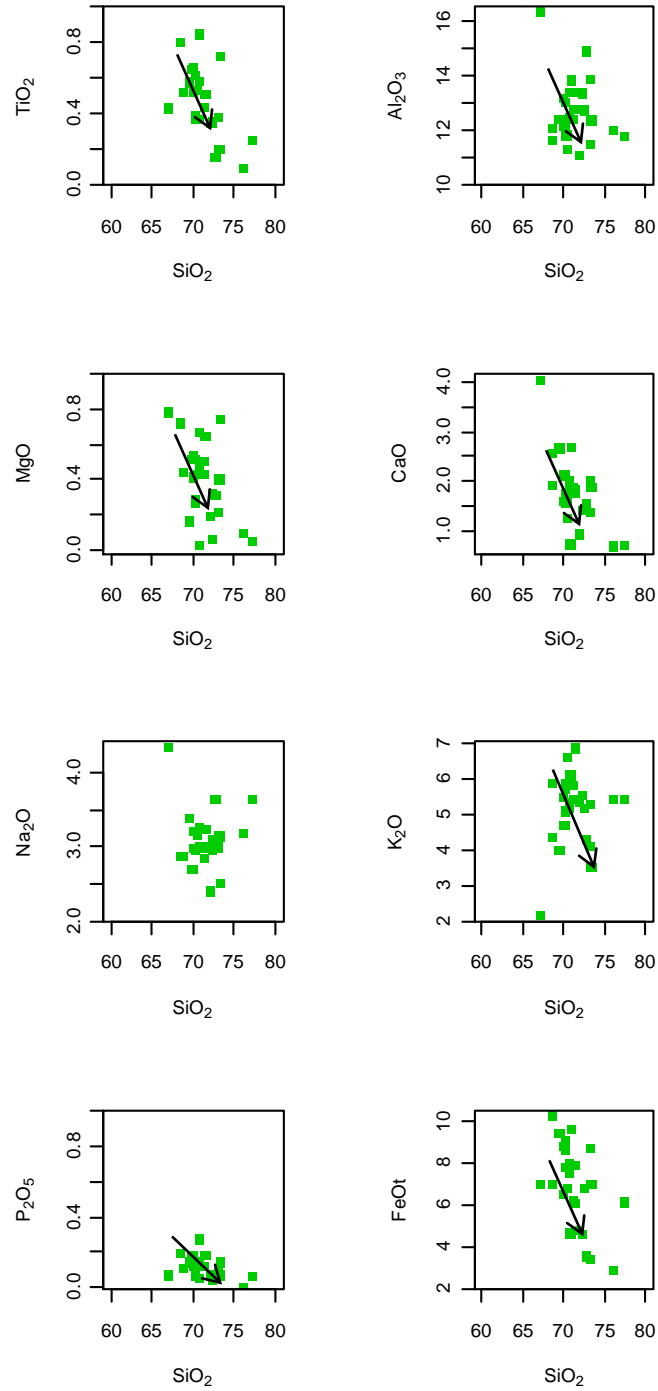
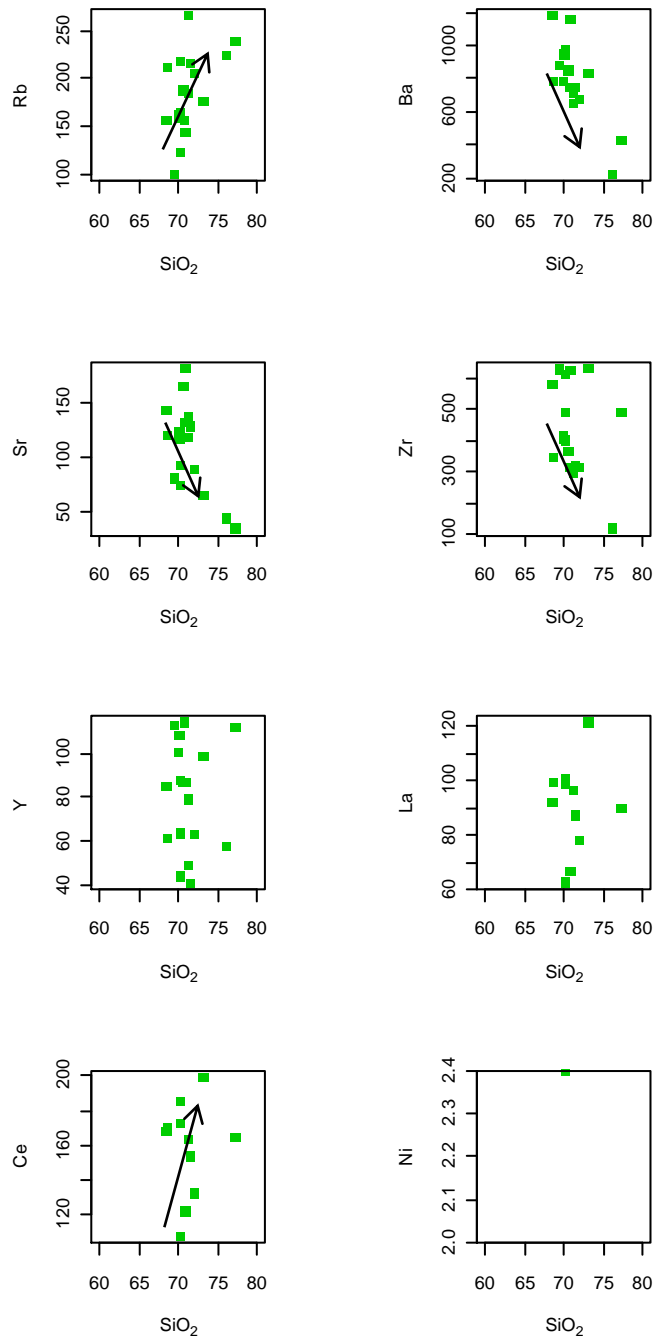


Figura 3.6 – Elementos traços da unidade CH4 plotada nos diagramas de Harker (1909).



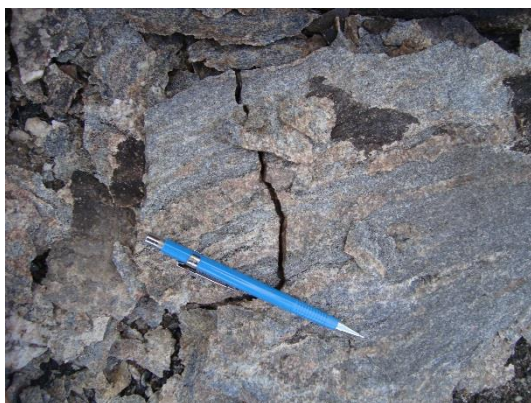
3.4.3. Granulitos enderbíticos-charnockíticos (CH1)

Essa unidade se dispõe ao longo da porção nordeste e central e na região central leste da área (Figura 3.1). Seus contatos, em geral, são litológicos com o CH4 e tectônicos com rochas da unidade CHO. Afloram preferencialmente sobre a forma de lajedos. Suas características macroscópicas são marcadas por cores que variam de cinza-azulada a cinza-esverdeada com porções mais escuras e cores que tendem ao bege quando influenciadas por processos intempéricos.

Apresenta textura média a grossa, inequigranular, por vezes equigranular com feições anisotrópicas, provocadas pelo alto grau de deformação. Está gera uma foliação/bandamento gnáissico que segrega nas porções mesocráticas os minerais ferromagnesianos como ortopiroxênio, clinopiroxênio, anfibólio, biotita e opacos e, nas bandas leucocráticas, o predomínio de quartzo, plagioclásio e mesopertita (Foto 3.3A). Ela apresenta também enclaves da unidade SCG e de rochas máficas que podem ocorrer orientadas ou não. Esses últimos podem apresentar ortopiroxênio ao seu redor, em forma de auréola, devido ao metamorfismo granulítico progressivo imposto na região. Afloramentos próximos a unidade SCG, ou com enclaves das mesmas, tendem a apresentar granada em sua composição. Essa unidade está presente na dobra em laço que ocorre no centro norte da área (Foto 3.3B). Tendo sua foliação principal, geralmente com direção que varia desde N-S até N090°. Podem conter dobras parasíticas em M, W, Z ou S, dobras pitigmáticas e bandas de cisalhamento de trends N-S e E-W, com cinemática dextral ou sinistral. Esse cisalhamento em geral se intensifica nas zonas de charneira das dobras.

Foto 3.3 – (A) Afloramento de CH1 com bandas mesocráticas com ortopiroxênio, clinopiroxênio, anfibólio, biotita e opacos intercaladas a bandas leucocráticas com quartzo, plagioclásio e mesopertita. (B) Fractal da dobra em laço regional, com observação de dobra parasíticas em M, W, Z ou S, além de bandas de cisalhamento sinistral.

(A)



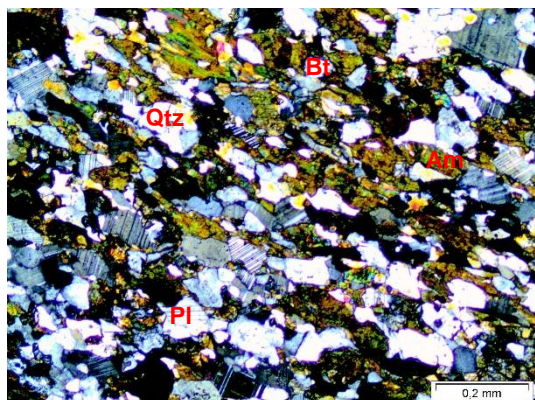
(B)



As análises microscópicas de trinta e três lâminas, permitiu observar texturas granoblásticas, decussadas, lepidoblásticas (Fotomicrografia 3.3A), mimerquíticas, poiquiloblásticas em peneira e cataclásticas, além de trama, preferencialmente, inequigranular, podendo gerar textura porfiroblástica. Observa-se grãos subidioblásticos, xenoblásticos com contatos curvos, irregulares ou interlobados. Na composição mineralógica modal têm-se: (i) plagioclásio, quartzo e mesopertita como minerais principais; (ii) anfibólio, biotita, clinopiroxênio, ortopiroxênio, k-feldspato, granada e opacos como minerais acessórios e, (iii) zircão como mineral traço (Fotomicrografia 3.3B). A mineralogia das cinco principais amostras dessa unidade está discriminada na Tabela 3. 5. Essas análises modais ao serem colocadas no diagrama QAP (STRECKEISEN, 1976), caracterizam essa unidade, preferencialmente como charnockito/granito e charno-enderbító/granodiorito. Entretanto, subordinadamente há uma dispersão das amostras, locando-as em campos vizinhos àqueles acima referidos (Figura 3.7A).

Fotomicrografia 3.3 – (A) Textura lepidoblástica da matriz da rocha, caracterizada pelo alinhamento de biotitas e anfibólios com plagioclásio, quartzo e mesopertita (NX). (B) Cristais subidioblásticos de quartzo e plagioclásio com contatos curvos a irregulares. Nota-se também a presença de zircão, apatita e biotita (NX).

(A)



(B)

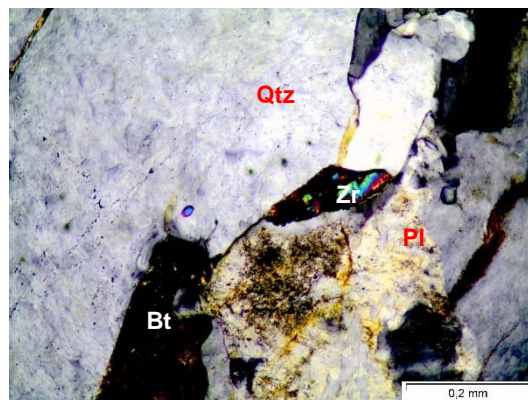


Tabela 3. 5 – Composição mineralógica modal dos granulitos enderbíticos-charnockíticos CH1. Am – anfibólio, Ap – apatita, Bt – biotita, Cpx – clinopiroxênio, Ep – epidoto, Grt – granada, Kfs – feldspato potássico, Mir – mimerquita, Mp – mesopertita, Op – minerais opacos, Opx – ortopiroxênio, Pl – plagioclásio, Qtz – quartzo, Ttn – titanita e Zr – zircão.

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
CV-4A	Pl (52%); Qtz (18%); Mp (10%); Grt (9%)	Bt (4%); Op (4%); Mir (3%)		
ED-05	Mp (42%); Pl (38%); Qtz (15%)	Opx (1%); Cpx (1%); Am (1%); Bt (1%); Op (1%)	Zr; Ep; Ttn	Am; Bt; Op
HT-46A	Pl (41%); Qtz (30%); Mp (10%); Kfs (7%); Bt (6%)	Op (3%); Cpx (3%)		
HT-75	Pl (45%); Qtz (34%); Mp (7%); Op (7%)	Cpx (4%); Bt (3%)	Ap; Zr	Bt; Op
LS-16	Mp (40%); Qtz (30%); Pl (15%)	Kfs (8%); Bt (4%); Op (3%)		

OBS: Abreviaturas dos minerais segundo Kretz (1983), Mandarino (1999) e Mandarino & Back (2004).

Na caracterização geoquímica da unidade CH1 utilizou-se um total trinta e quatro amostras, sendo todas analisadas para elementos maiores e treze para elementos traços e elementos Terras Raras (ETR), onde a média geoquímica está demonstrada na Tabela

3. 4. Através do cálculo da norma CIPW com hornblenda, pode-se nomear as rochas como charno-enderbitó/granodiorito ou charnockito/granito, pelo diagrama ternário QAP normativo de Streckeisen (1975) (Figura 3.7B).

A unidade CH1 quando analisada pelo diagrama ternário AFM de Irvine & Baragar (1971), a depender do grau de diferenciação das suas rochas, verifica-se uma população das amostras situada no campo calcioalcalino, próxima à linha AF do gráfico. São principalmente as amostras mais diferenciadas (Figura 3.7C). Essas rochas apresentam, em sua maioria, caráter peraluminoso com algumas rochas metaluminosas, como observado no gráfico de Shand (1943) (Figura 3.7D).

Com relação aos diagramas de Harker (1909), quando se infere a diferenciação magmática dos protólitos, observa-se *trends* com pouca dispersão dos pontos de análises químicas representativos das amostras, o que sugere fraca atuação do metamorfismo na dispersão dos elementos químicos. Os óxidos TiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , P_2O_5 e FeO apresentam um comportamento compatível durante o processo de diferenciação magmática, enquanto que o óxido K_2O apresenta-se incompatível, fato esse, justificado pelo crescimento dos seus teores no magma com o aumento da SiO_2 (Figura 3.8). Por sua vez os elementos traços apresentam uma correlação negativa para Sr, Zr e La e, uma correlação positiva para os elementos Ba e Rb, esse último, juntamente com o K_2O , se concentra no líquido durante a cristalização fracionada que gerou os protólitos de CH1 (Figura 3.9).

Normalizado pelo condrito de Boyton (1984), unidade CH1 apresenta espectros de ETR com enriquecimento em ETRleves (65 a 200 x condrito) e empobrecimento em ETRpesados (0,7 e 20 x condrito). A variação dos ETRpesados é justificada pela presença de amostras com granada, encontradas em afloramentos com enclaves supracrustais ou próximos à unidade SCG (Figura 3.7E). Nesse diagrama é observado também pequenas anomalias de Eu, tanto positiva, quanto negativa. No diagrama multielementar de elementos traços e alguns ETR, normalizado para manto primitivo (SUN & MCDONOUGH, 1989) (Figura 3.7F) são identificadas anomalias negativas de Ba, Nb e P e, com exceção das amostras com granada, encontra-se valores relativamente baixos para os elementos Ti, Dy, Y, Yb e Lu. Isso pode sugerir a presença de uma zona de subducção na proximidade de supostos arcos magmáticos.

Figura 3.7 – Diagramas característicos dos granulitos augen-charnoenderbíticos-charnockíticos CH1. A) e B) Diagrama QAP, modal e normativo, respectivamente (Streckeisen, 1976), 1 – Charnockito/Granito, 2 – Charno-enderbító/Granodiorito, 3 – Enderbitó/Tonalito, 4 – Hiperstênio-mangeirto/Qtz-monzonito, 5 – Hiperstênio-jotunito/Qtz-monzodiorito, 6 – Hiperstênio-diorito/Qtz-diotiro. C) Digrama triangular AFM de Irvine & Baragar (1971), onde: Th - série toleítica e CA - série cálcio-alcalina. D) Índice de saturação em alumina (Shand, 1943). E) Padrão de distribuição dos ETR normalizados segundo o condrito de Boynton (1984). F) Diagrama multielementar normalizado para manto primitivo (Sun & McDonough, 1989).

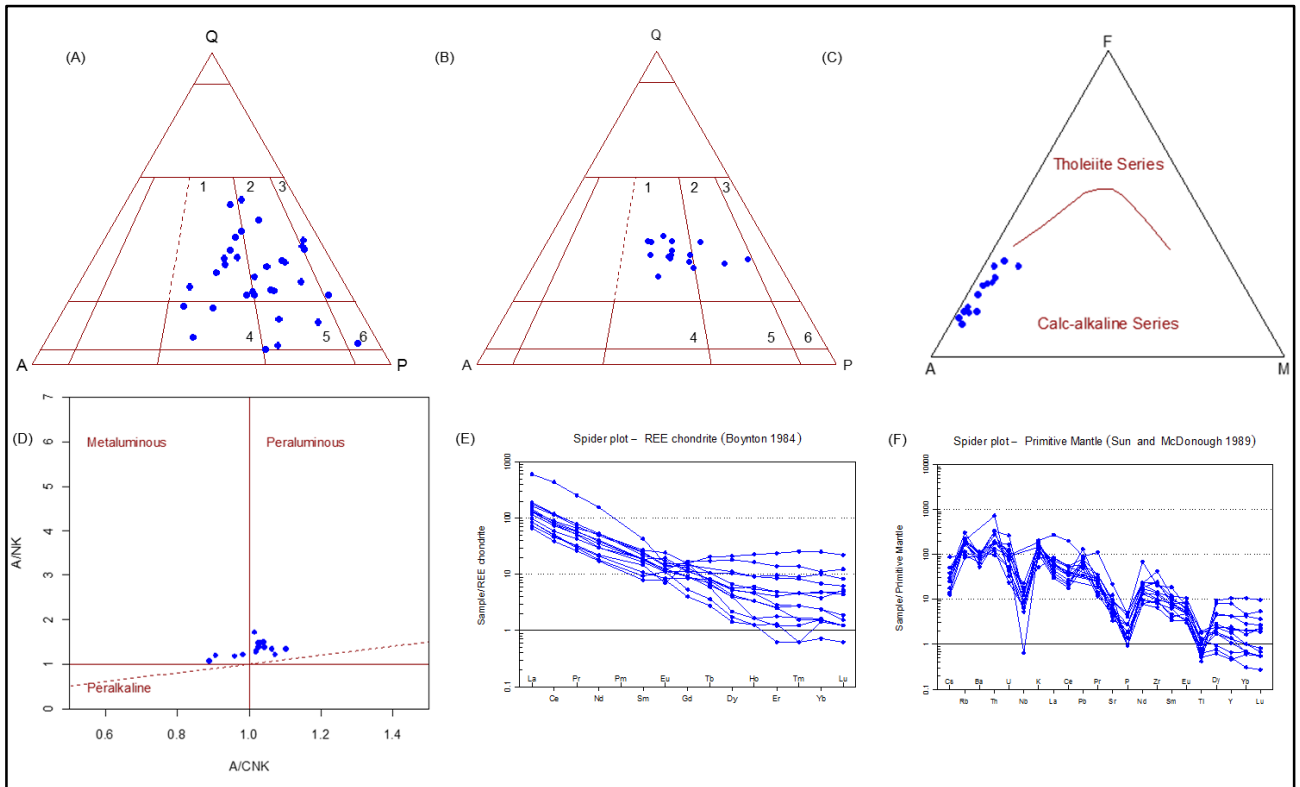


Figura 3.8 – Elementos maiores da unidade CH1 plotada nos diagramas de Harker (1909).

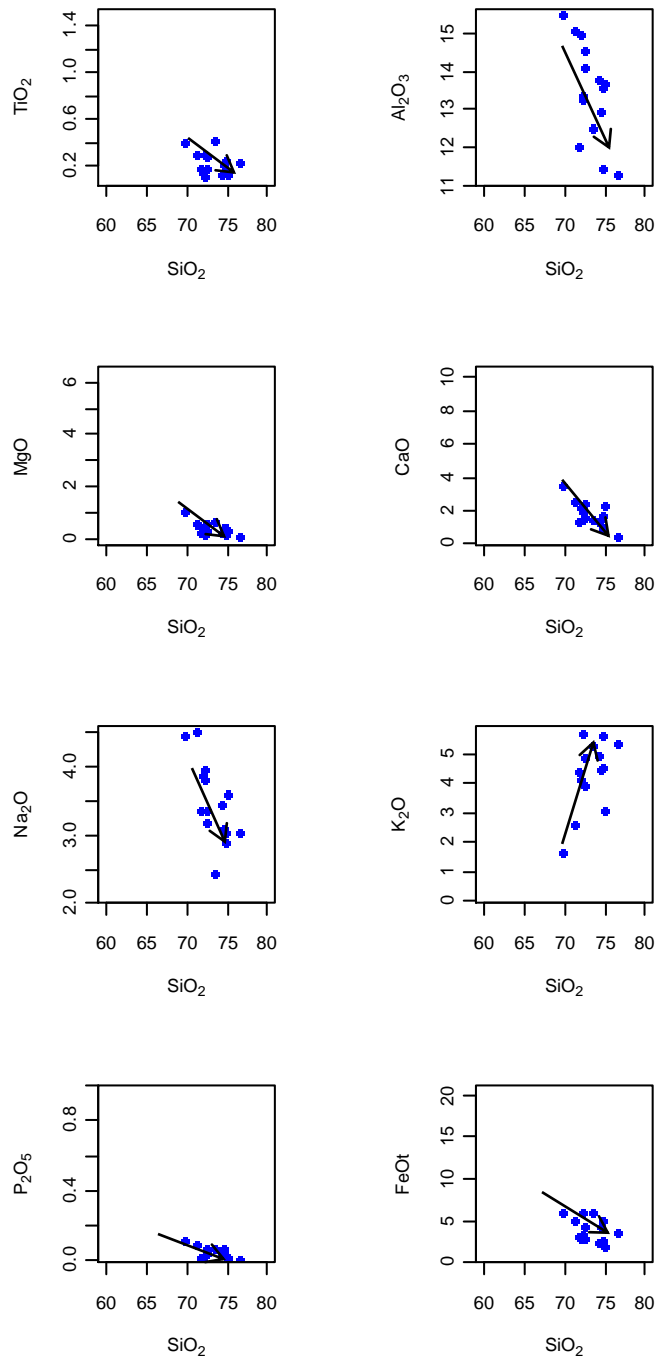
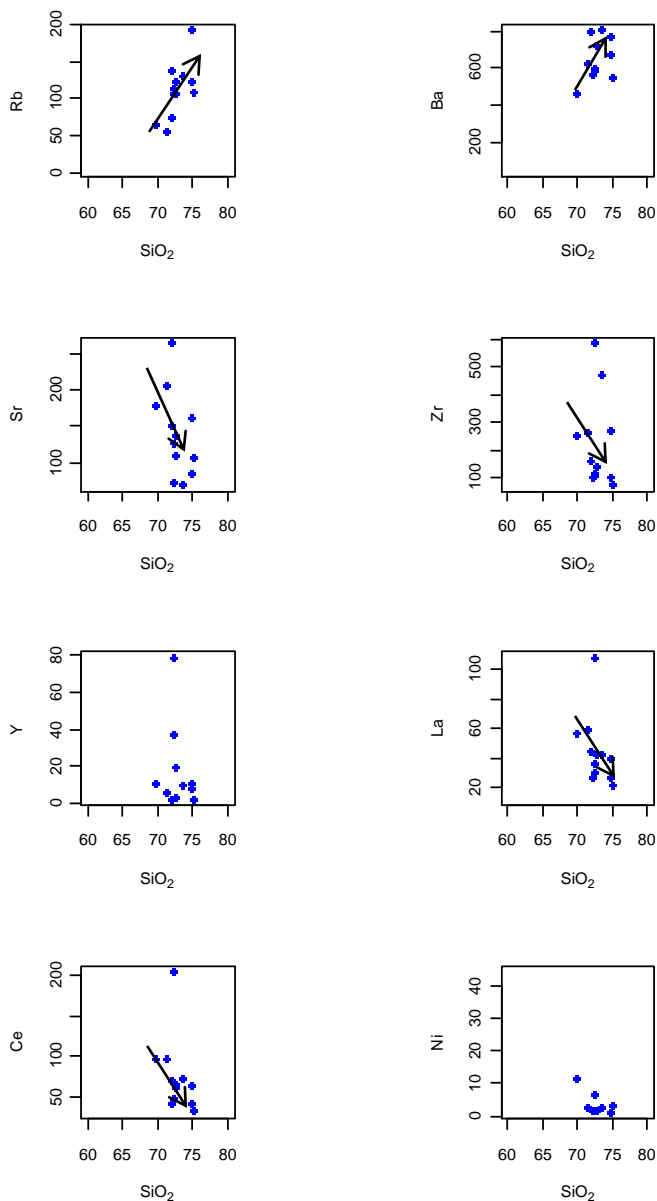


Figura 3.9 – Elementos traços da unidade CH1 plotada nos diagramas de Harker (1909).



3.4.4. Granulitos heterogêneos ortoderivados (CHO)

Essa unidade ocorre nas regiões sudeste e noroeste da área estudada apresentando em geral contatos litológicos com as outras unidades, embora também ocorram contatos tectônicos por falhas ou zonas de cisalhamentos (Figura 3.1). Os principais afloramentos foram observados em forma de lajedos, cortes de estradas, encostas de morro ou em pedreiras desativadas. Ela exhibe rochas granulíticas que variam

da cor verde à azul acinzentada e tons em ocre quando afetadas por processos intempéricos. Nos principais afloramentos exibe granulometria fanerítica média a grossa, raramente fina, com grãos equigranulares e com porfiroclastos de mesopertita ou K-feldspato. Nesses granulitos verifica-se também diferentes graus de migmatização, com porções mesocráticas (paleossoma) e leucocráticas (neossoma). Podem ocorrer ainda interação entre as porções leucocráticas e as mesocráticas com a geração de paleossoma e neossoma (Foto 3.4A).

Quando essa rocha está muito deformada, ela apresenta estrutura gnáissica, onde as bandas leucocráticas têm uma composição principal formada de plagioclásio, mesopertita e quartzo, enquanto que nas bandas mesocráticas, predominam anfibólio, biotita, clinopiroxênio, ortopiroxênio e minerais opacos. Em alguns afloramentos ocorrem dobras com eixos de charneira (L_b) tendendo a $42^\circ p/000^\circ$ (Foto 3.4B) além de dobras parasíticas M, W, S ou Z, que podem evoluir para zonas de cisalhamento nessas mesmas charneiras. Essas bandas/zonas possuem movimentos preferencialmente sinistrais, em direções que variam de $N045^\circ$ a N-S.

Microscopicamente os granulitos CHO são constituídos por uma petrotrama metamórfica com texturas granoblástica decussada, suturada, poligonal e granular (Fotomicrografia 3.4A). A textura varia de inequigranular a equigranular, por vezes porfiroblástica. Intercrescimento mimerquítico e textura poiquiloblástica em “peneira” também é observada com grãos de quartzo ou plagioclásio inclusos nos grãos maiores. Ocorrem também texturas de coroas de reação (Fotomicrografia 3.4B) e lepidoblásticas, essa última em regiões com maior grau de deformação. Os grãos variam de subidioblásticos a xenoblásticos, raramente idioblásticos com contatos curvos, irregulares, interlobados ou serrilhados. Essa unidade tem quartzo, plagioclásio, mesopertita e feldspato potássico como principais constituintes, mimerquita, clinopiroxênio, ortopiroxênio, biotita e minerais opacos como acessórios além de apatita e zircão como minerais traço. A composição e as percentagens de cinco das principais amostras estão dispostas na

Tabela 3. 6. Através do cálculo da norma as rochas de CHO são classificadas preferencialmente como charnockito/granito, charno-enderbító/granodiorito ou enderbíto/tonalito segundo o diagrama QAP (STRECKEISEN, 1976) (Figura 3.10A).

Foto 3.4 – (A) Afloramento de CHO em pedreira com a rocha apresentando feições migmatíticas (tons claros), no meio da rocha com coloração cinza-azulada. (B) Fractal da dobra em laço regional, realçada pelo intemperismo da rocha.

(A)



(B)



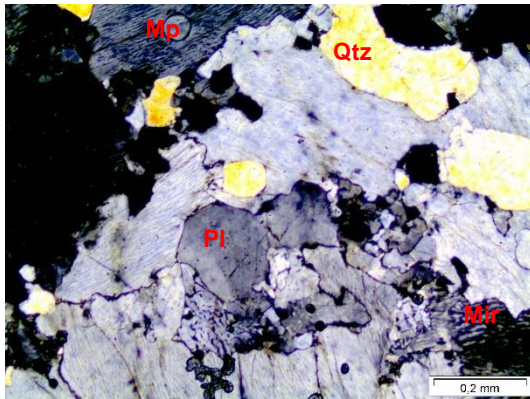
Tabela 3. 6 – Composição mineralógica modal dos granulitos heterogêneos ortoderivados CHO. Am – anfibólio, Bt – biotita, Cpx – clinopiroxênio, Grt – granada, Kfs – feldspato potássico, Mir – mimerquita, Mp – mesopertita, Op – minerais opacos, Opx – ortopiroxênio, Pl – plagioclásio, Qtz – quartzo e Zr – zircão.

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
CV-06	Mp (50%); Qtz (24%); Pl (12%); Bt (6%)	Opx (4%); Cpx (2%); Op (2%)	Zr	Bt; Op
ED-08	Pl (75%); Qtz (10%)	Kfs (5%); Mp (5%); Bt (3%); Op (2%)		Bt; Op
HT-05	Qtz (35%); Pl (29%); Mp (26%); Grt (6%)	Bt (3%); Op (1%)		Bt; Op
HT-47	Qtz (30%); Mp (25%); Pl (16%); Kfs (8%); Opx (8%)	Am (4%); Bt (4%); Op (3%); Mir (2%)		Am, Bt, Op
HT-72	Pl (37%); Qtz (32%); Mp (6%); Opx (6%); Bt (6%)	Op (4%); Kfs (3%); Cpx (3%); Am (3%)	Zr	Am; Bt; Op

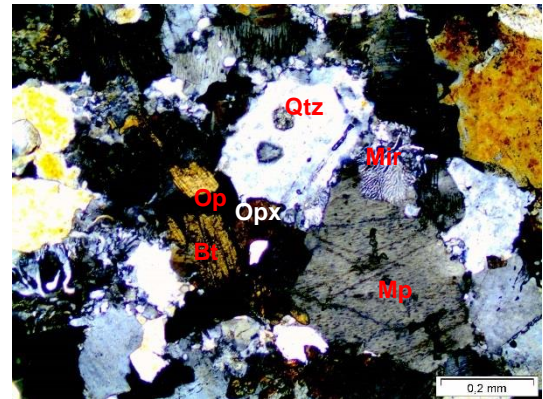
OBS: Abreviaturas dos minerais segundo Kretz (1983), Mandarino (1999) e Mandarino & Back (2004)

Fotomicrografia 3.4 – (A) Textura granoblástica decussada com grãos subidioblásticos a xenoblásticos apresentando contatos curvos, irregulares, interlobados ou serrilhados (NX). (B) Textura de coroa de reação com ortopiroxênio associado a biotita e opaco, em rocha com textura inequigranular aparecendo também grãos subidioblásticos a xenoblásticos com contatos curvos, irregulares, serrilhados, interlobados ou retos (NX).

(A)



(B)



Na caracterização geoquímica das rochas da unidade CHO foi utilizado um total de vinte e seis amostras, sendo todas analisadas para elementos maiores, dezessete para elementos traços e elementos Terras Raras (ETR), onde a Tabela 3. 4 demonstra da média dessas análises.

Pelo cálculo da norma, CIPW com hornblenda, e plotagem no diagrama ternário QAP normativo de Streckeisen (1975) (Figura 3.10B) é possível denominar as amostras CHO de charnockito/granito ou, secundariamente, charno-enderbita/granodiorito.

Quando analisada pelo diagrama ternário AFM de Irvine & Baragar (1971), esse litotipo demonstra que, no *trend* de evolução da cristalização fracionada, as porções mais diferenciadas situam-se no domínio calcioalcalino (Figura 3.10C). Essas rochas possuem predominantemente caráter peraluminoso e, esporadicamente, metaluminoso como sugere o gráfico proposto por Shand (1943) (Figura 3.10D). Os diagramas de Harker (1909) permitem interpretar uma diferenciação magmática dos protólitos dessa unidade, visto que as amostras apresentam *trends* bem definidos o que sugere baixa atuação do metamorfismo na dispersão dos elementos químicos. Os óxidos TiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , P_2O_5 e FeO^t apresentam um comportamento compatível durante o processo de diferenciação magmática. Por outro lado, o óxido K_2O demonstra-se incompatível, devido

à elevação no magma de seus valores com o aumento de SiO_2 . (Figura 3.11). Os elementos traços dispõem-se em correlação negativa para os elementos compatíveis Ba, Sr e Zr, e correlação positiva para os elementos incompatíveis Rb e Ce, que, juntamente com o K_2O , se concentra no líquido durante a diferenciação magmática do protólitos dessa unidade granulítica (Figura 3.12).

Espectros de Terras Raras, normalizado segundo o condrito de Boyton (1984) (Figura 3.10E) exibem fracionamento, com leve enriquecimento em ETRleves de 40 a 400 x condrito em relação aos ETRpesados entre 30 e 110 x condrito, para a maioria das amostras. Exceção para as amostras que apresentam granada na sua composição. Esse fato acaba por elevar as concentrações de ETRpesados. Para o diagrama multielementar de elementos traços e alguns ETR normalizado segundo o manto primitivo (SUN & MCDONOUGH, 1989) (Figura 3.10F), as amostras são enriquecidas nos incompatíveis pesados (HFSE) Th e U de mais de 100 vezes, e apresentam anomalias negativas de Nb, Sr, P e Ti.

Figura 3.10 – Diagramas característicos dos granulitos heterogêneos ortoderivados CHO A) e B) Diagrama QAP, modal e normativo, respectivamente (STRECKEISEN, 1976), 1 – Charnockito/Granito, 2 – Charno-enderbító/Granodiorito, 3 – Enderbitó/Tonalito, 4 – Hiperstênio-mangeirto/Qtz-monzonito, 5 – Hiperstênio-jotunito/Qtz-monzodiorito, 6 – Hiperstênio-diorito/Qtz-diotiro. C) Digrama triangular AFM de Irvine & Baragar (1971), onde: Th - série tholeítica e CA - série cálcio-alcalina. D) Índice de saturação em alumina (Shand, 1943). E) Padrão de distribuição dos ETR normalizados segundo o condrito de Boynton (1984). F) Diagrama multielementar normalizado para manto primitivo (SUN & MCDONOUGH, 1989).

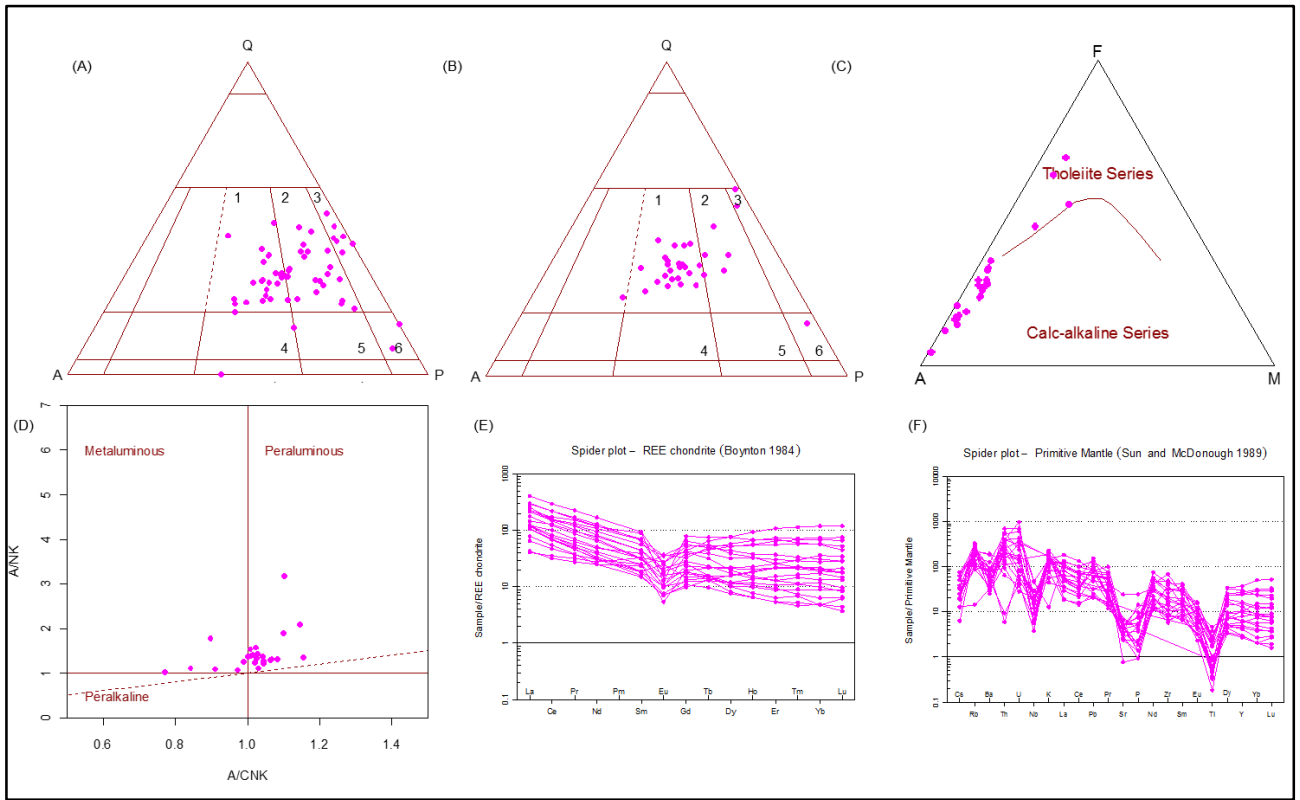


Figura 3.11 – Elementos maiores da unidade CHO plotada nos diagramas de Harker (1909).

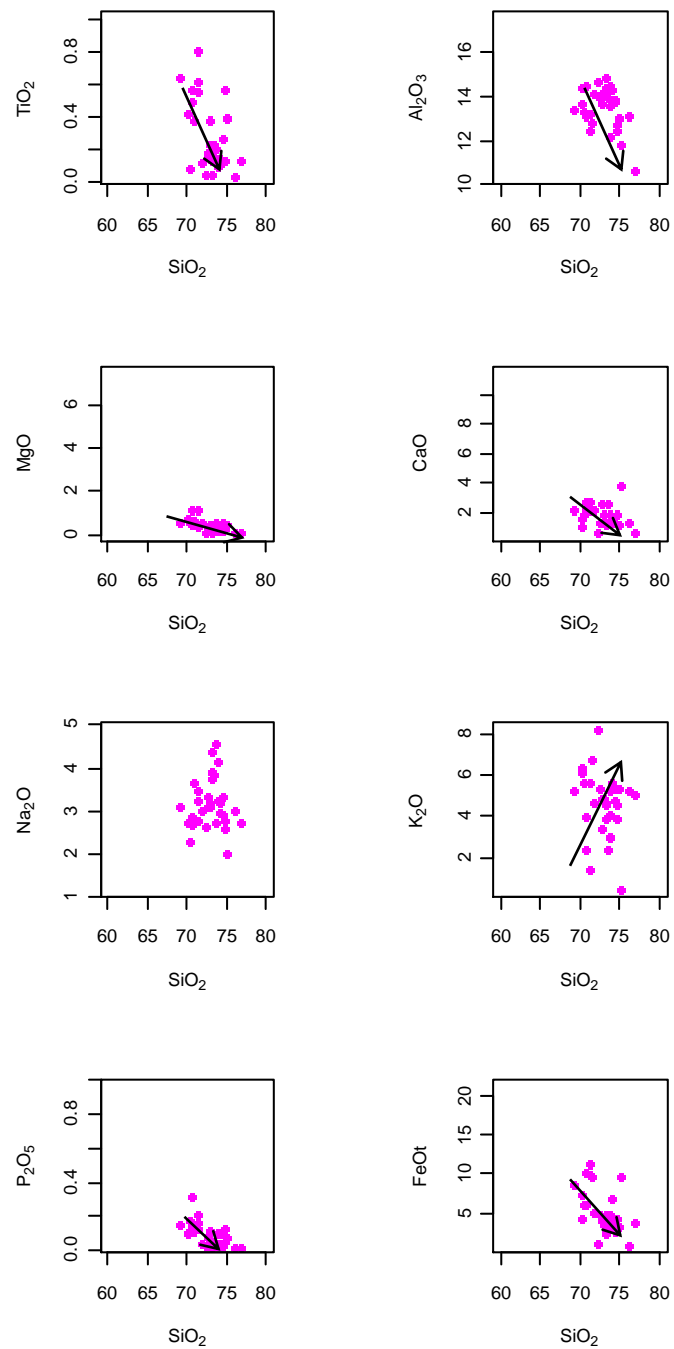
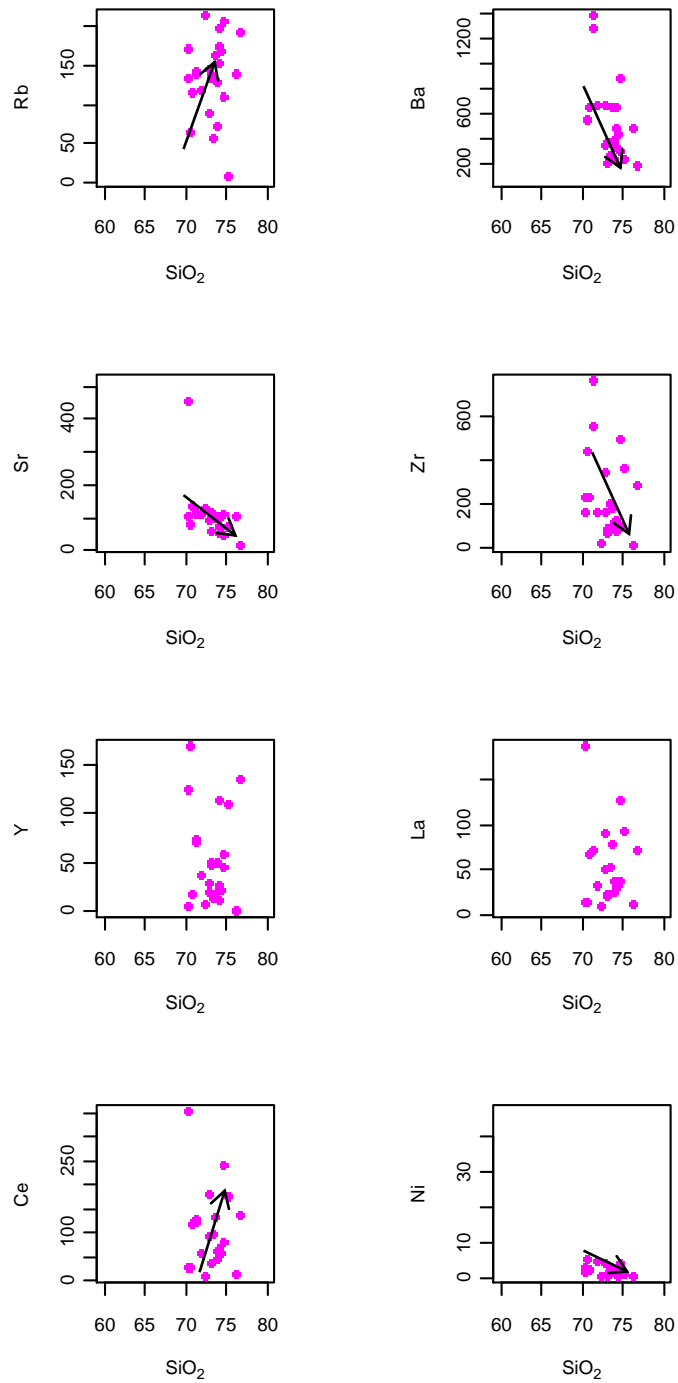


Figura 3.12 – Elementos traços da unidade CHO plotada nos diagramas de Harker (1909).



3.4.5. Rochas máfica-ultramáficas (MUM)

Essa unidade geológica está disposta espacialmente na região centro-sul do mapa estando encaixada entre as unidades CHO, a oeste, e CH1, a leste. Exibe escassos afloramentos, visto que houve a instalação de uma drenagem ao longo dessa estrutura linear que marca a unidade MUM. Ela foi possível de ser identificada apenas por blocos rolados. Macroscopicamente esse litotipo tem coloração esverdeada a cinza escura, textura fanerítica fina a média sendo composta por plagioclásio e piroxênios. Pode apresentar forma maciça, anisotrópica, levemente foliada, com direção preferencial N-S e mergulho vertical

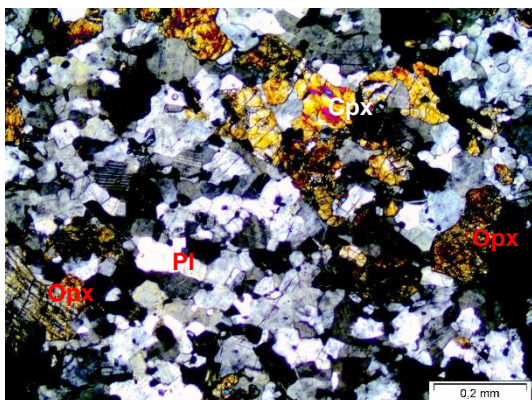
Microscopicamente se caracteriza por apresentar texturas do tipo granoblástica granular, decussada, suturada e granular, além de equigranular, por vezes inequigranular a porfírica. Os pórfiros são de piroxênios, tanto orto como clino. Ocorrem grãos idioblásticos a sub-idioblásticos, raramente xenoblásticos com contatos retos, curvos, irregulares ou serrilhados (Fotomicrografia 3.5A). Sua mineralogia principal é representada por plagioclásio, ortopiroxênio, clinopiroxênio e minerais opacos sendo a biotita e o anfibólio fases acessórias (Fotomicrografia 3.5B) (Tabela 3.7). Colocando a única amostra obtida no diagrama modal para rochas gabróicas (Figura 3.13), essa unidade se comporta como um gabronorito.

Figura 3.13 – Classificação modal de rochas gabróicas baseada nas proporções de ortopiroxênio (Opx), clinopiroxênio (Cpx) e plagioclásio (Pl) (STRECKEISEN, 1976).



Fotomicrografia 3.5 – (A) Composição mineral de uma amostra MUM, constituída por plagioclásio, ortopiroxênio e clinopiroxênio em textura com contatos retos a curvos (NX). (B) Pórfiro de ortopirênio com clinopiroxênio e opacos associados em uma matriz composta por plagioclásio (NX).

(A)



(B)

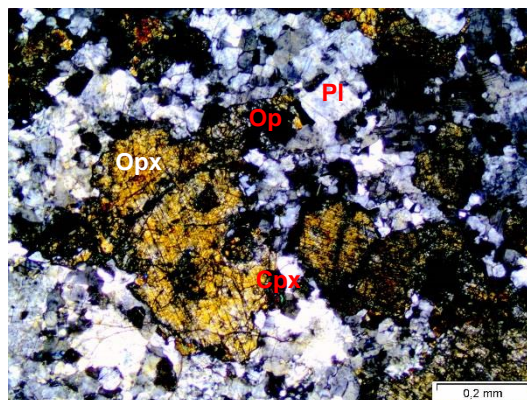


Tabela 3.7 – Composição mineralógica da unidade MUM. Am – anfibólio, Bt – biotita, Cpx – clinopiroxênio, Op – minerais opacos, Opx – ortopiroxênio e Pl – plagioclásio.

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
HT-73	Pl (59%); Opx (28%); Cpx (7%); Op (6%)	Bt (3%); Am (1%)		

OBS: Abreviaturas dos minerais segundo Kretz (1983), Mandarino (1999) e Mandarino & Back (2004).

3.5. CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

Os trabalhos de campo e de cartografia geológica dos granulitos da região de Maracás (Figura 2), aliados a análises petrográficas e litogeoquímicas possibilitaram a elucidação dos conhecimentos sobre os granulitos ali presentes. Para isso foram estudados 238 afloramentos de rocha, com a descrição de 152 lâminas petrográficas. Por sua vez os estudos litogeoquímicos, com base nas análises da maioria das amostras, foram também essenciais para a confirmação dos dados geológicos e petrográficos, visto que as unidades geológicas predominantes na área são graníticas transformadas em charnockíticas pelo metamorfismo granulítico, dificultando o mapeamento e a separação das rochas a olho nú.

Portanto, através dos trabalhos descritos anteriormente foram cartografadas e discriminadas sete unidades geológicas, a saber: (i) supracrustais granulitizadas SCG; (ii) granulitos *augen*-charnoenderbíticos-charnockíticos CH4; (iii) granulitos enderbíticos-charnockíticos CH1; (iv) granulitos heterogêneos ortoderivados CHO e (v) rochas máficas-ultramáficas MUM. Não foram considerados os depósitos detríticos recentes e depósitos aluvionares, embora estejam inclusos no mapa da área (Figura 3.1).

A unidade SCG é caracterizada por paragnaisses compostos por bandas básicas e félsicas quartzo-feldspáticas, quartzitos com ou sem granada, além de granulitos alumino-magnesianos (kinzigitos). Bandas básicas eventualmente também estão presentes.

A unidade CH4 é classificada como charnockitos e charnoenderbitos, apresentando textura *augen* característica, com protólitos de caráter metaluminoso a peralcalino e com *trend* calcioalcalino para as rochas mais diferenciadas, embora as partes menos diferenciadas situe-se nas proximidades do campo toleítico. As deformações ductéis e o metamorfismo da fácies granulito não apagou completamente as características dos protólitos, pois, ainda são observadas características plutônicas das rochas, inclusive vestígios da diferenciação magmática observados nos diagramas binários-ternários e sobretudo com o espectro de ETR. Com efeito, essa unidade teve origem pelo processo de diferenciação magmática, como indica, por exemplo, o enriquecimento de ETRleves e empobrecimento de ETRpesados.

A unidade CH1, formada por granulitos enderbíticos-charnockíticos teve sua origem entrelaçada a protólitos de caráter peraluminoso a metaluminoso, situando-se na série calcioalcalina, a depender do grau de diferenciação. Similarmente a unidade CH4, os diagramas de Harker (1909) e os espectros de ETR permitem inferir que o processo de geração dos protólitos da CH1 foi por diferenciação magmática.

A unidade CHO é composta por rochas variando de charnockíticas a charnoenderbíticas com protólitos de caráter peraluminoso a metaluminoso e pertencentes ao *trend* calcioalcalino nas porções mais diferenciadas. Assim como as outras unidades de filiação basicamente granítica, charnockitizadas, essa unidade foi

também gerada pelo processo de diferenciação magmática conforme mostram os estudos litogeoquímicos.

As rochas máficas-ultramáficas (MUM) distoam das rochas da área, devido a sua mineralogia ferromagnésiana, divergindo geologicamente das outras unidades.

A presença de reações metamórficas mostrando o ortopiroxênio envolvendo anfibólio e biotita titanífera, indicam que a área foi submetida ao metamorfismo progressivo da fácies granulito (Macedo, 2006). Por outro lado, associações mineralógicas com biotita e anfibólio crescendo em volta de cristais de piroxênios, sob a forma de textura simplectítica, indicam diminuição da temperatura do metamorfismo, possivelmente ligada ao retrometamorfismo e ao evento de soergimento orogenético da região (Barbosa & Sabaté, 2002). A ocorrência constante da textura lepidoblástica nos litotipos sugere que essa região sofreu um regime de deformação dúctil propiciando a geração de uma foliação penetrativa que obliterou, total ou parcialmente as texturas preexistentes entre os minerais plutônicos. Quatro associações mineralógicas puderam ser destacadas: (i) quartzo, mesopertita, plagioclásio antipertítico e opacos, se reequilibraram no evento de fácies granulito; (ii) mesopertita, ortopiroxênio e alguns plagioclásios antipertíticos foram gerados no evento granulítico; (iii) anfibólio, biotita e alguns minerais opacos são retrometamórficos e em geral estão associados nas bordas de minerais ferro-magnesianos e (iv) quartzo, com extinção ondulante, plagioclásio com geminação incompleta e piroxênios microfraturados são respostas aos regimes dúcteis-rúpteis e rúpteis mais novos.

Com relação às deformações, encontrou-se na região de Maracás as mesmas fases deformacionais identificadas em áreas vizinhas tralhadas por Barbosa (1986) e Macedo (2006). Essas estão representadas nas seções e mapas (Figuras 2, 3 e 4). A primeira fase (F1) é ligada a dobras recumbentes vergentes para W. A segunda fase (F2) formou dobras isoclinais geradas pelo redobrimento coaxial das dobras recumbentes, estando representadas em geral por dobras apertadas, planos axiais N-S, sub-verticalizados e com eixos das charneiras das dobras com baixo ângulo de mergulho, sempre para norte. A terceira fase (F3) foi gerada através do contínuo encurtamento crustal, onde zonas de cisalhamento se desenvolveram ao longo dos planos axiais das dobras isoclinais,

surgindo através de um mecanismo de escape para dissipação da energia. A quarta e última fase (F4) tem característica dúctil-ruptil a rúptil, estando possivelmente ligada ao colapso orogenético do Bloco Jequié durante o evento Paleoproterozoico.

Vale colocar finalmente que estudos tectônicos mais detalhados da área, somados a análises de imagens geofísicas gamaespectrométricas e magnetométricas, assim como as idades dos protólitos, do metamorfismo e a inferência da ambiência tectônica desses metamorfitos estão sendo finalizados e farão parte de publicação futura.

CAPÍTULO 4 – ASPECTOS GEOFÍSICOS

Nessa fase da pesquisa, houve a integração e refinamento do mapa geológico através de interpretações dos levantamentos aerogeofísicos gamaespectrométricos e magnetométricos do projeto Levantamentos Aerogeofísicos da Área Ruy Barbosa/Vitória da Conquista, o qual foi levantado e cedido pela CBPM - Companhia Baiana de Pesquisa Mineral.

Os mapas aerogeofísicos radiométricos são eficazes ferramentas para auxiliar o mapeamento geológico, visto que sua resposta é baseada na variação química dos elementos radioativos potássio (K), equivalente urânio (eU) e equivalente tório (eTh). Um limitador desse método na aplicação direta no mapeamento geológico se dá pelo limite de leitura em profundidade, onde ele capta as concentrações químicas até 35-40cm de profundidade. (DICKSON & SCOTT, 1997; SORDI, 2007). Como a superfície terrestre está em constante influência de intempéries, esses elementos podem ser remobilizados

e reconcentrados, fato esse que pode afetar as interpretações geológicas diretas desse método.

Os dados magnéticos são gerados através da medida de susceptibilidade magnética dos materiais que exibem anomalias magnéticas terrestres locais, quando induzida a um campo magnético externo. As anomalias magnéticas estão correlacionadas diretamente ao grau de susceptibilidade, sabendo que os minerais magnetita, ilmenita e pirrotita propiciam maiores anomalias. Conseqüentemente as regiões que exibirem maiores anomalias serão as que apresentam também maiores concentrações desses minerais (GONÇALVES, 2009). Vale salientar que quando a magnetita ultrapassa o ponto de *Curie* (580°C), a mesma sofre uma desestabilização de suas propriedades magnéticas.

4.1 INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS GAMAESPECTROMÉTRICAS

O método gamaespectrométrico, também conhecido como radiométrico, é proveniente da resposta da energia liberada pela instabilidade do núcleo dos átomos dos elementos radiativos K, U e Th, onde partículas alfa (α), beta (β) e gama (γ), liberadas nesse processo, são captadas e mensuradas (SORDI, 2007).

Sendo o potássio, entre os três elementos supracitados, o mais abundante na crosta terrestre, sua leitura é feita em porcentagem enquanto que os outros são em ppm. As maiores concentrações do K se dão pelo fato do mesmo fazer parte da composição de minerais feldspatos potássicos (ortoclásio, microclina, micas) e conseqüentemente apresentarem maiores concentrações em rochas félsicas (CARVALHO, 2006). Por ser um elemento móvel, tende a ser lixiviado, depletando áreas intemperizadas, e reconcentrando ao longo de ambientes deposicionais.

Urânio e tório apresentam baixas concentrações na crosta terrestre, 3 e 12 ppm respectivamente, sendo o primeiro associado a minerais como monazita, zircão, uraninita, uranotorita ou xenotímeo e o segundo aos minerais pesados monazita, zircão, alanita e xenotímeo. Diante da associação do U e Th aos minerais pesados, monazita e zircão, e a menor mobilidade química se comparado com o K, as suas anomalias tendem a marcar melhor as unidades geológicas enquanto que as anomalias de K ocorrem de

forma mais espaiada, impossibilitando a delimitação de corpos geológicos. Ambientes com baixas concentrações de K e U e altas concentrações Th, podem indicar regiões de intenso processo intempérico.

De posse dos mapas de concentrações dos radioelementos K, U e Th, foram identificados lineamentos na região de Maracás, os quais são contínuos ou tracejados, a depender de sua filiação: os contínuos, em geral, são associadas a canais de drenagem, podendo indicar a ocorrência de grandes estruturas geológicas, enquanto que os lineamentos tracejados, podem indicar diversas estruturas, como falha, fratura, zonas de cisalhamento, contatos geológicos, ou outro mecanismo que possibilite o acúmulo desses elemento (Figura 4. 1). Nos mapas de concentrações individuais ainda foram registradas, em forma de polígonos hachurados, as zonas de concentrações de cada elemento (Figura 4. 1), onde é possível observar, na porção noroeste da área, a concentração apenas do elemento K que pode ser explicada pela predominância de resíduos finais da fusão da unidade CHO, podendo representar os níveis leucossomáticos da migmatização.

Dando prosseguimento aos estudos geofísicos foi realizada uma análise comparativa entre a concentração dos elementos através do mapa ternário KUTh, que permitiu identificar três domínios gamaespectrométricos na região de Maracas: (i) (ZG-1) relacionado à zonas de baixas concentrações dos três elementos, e representadas por porções escuras no mapa ternário; (ii) (ZG-2) com concentrações intermediarias dos radioelementos; e (iii) (ZG-3), regiões com altas concentrações associadas de K, U e Th, e indicados por cores esbranquiçadas (Figura 4. 2).

Zona Gamaespectrométrica (ZG-1) é caracterizada por baixa concentração para os três radioelementos. Como a região é composta preferencialmente por rochas de composições graníticas, essas áreas com baixos valores para KUTh, associadas a relevo alinhado, permitiu cartografar a unidade SGC, que engloba rochas supracrustais quartzíticas que unem esses dois parâmetros, tendendo a apresentar destaque geomorfológico e baixa resposta para a concentração desses elementos, comparados com o *background* da região. Outra unidade bem marcada foi a MUM que, por serem rochas de filiação básica, possuem baixas concentrações desses elementos (Figura 3.1).

Figura 4. 1 – Imagens de concentrações dos elementos radioativos e suas interpretações. (A) Imagem concentração de K; (B) Imagem equivalente de U; (C) Imagem equivalente de Th.

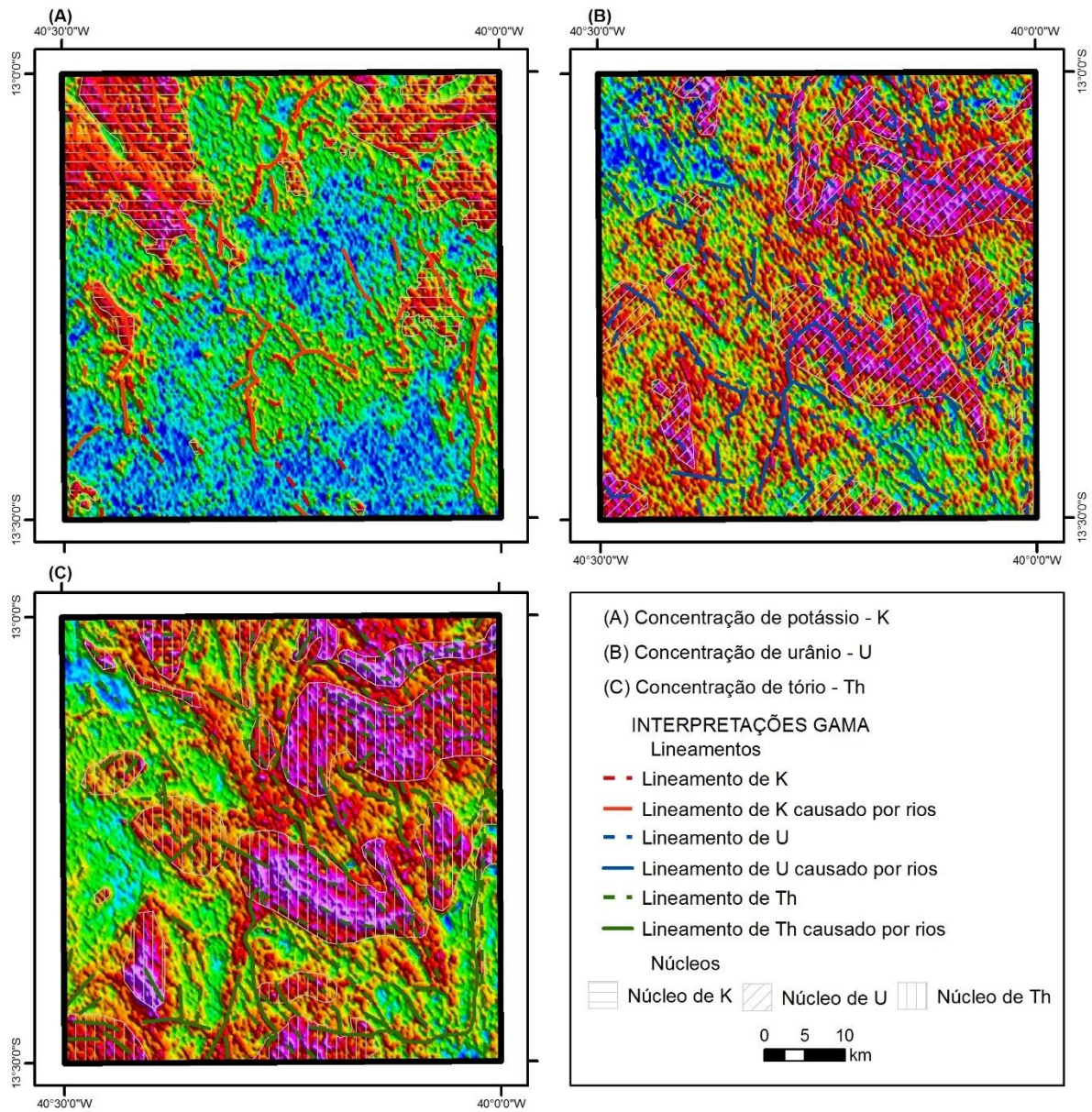
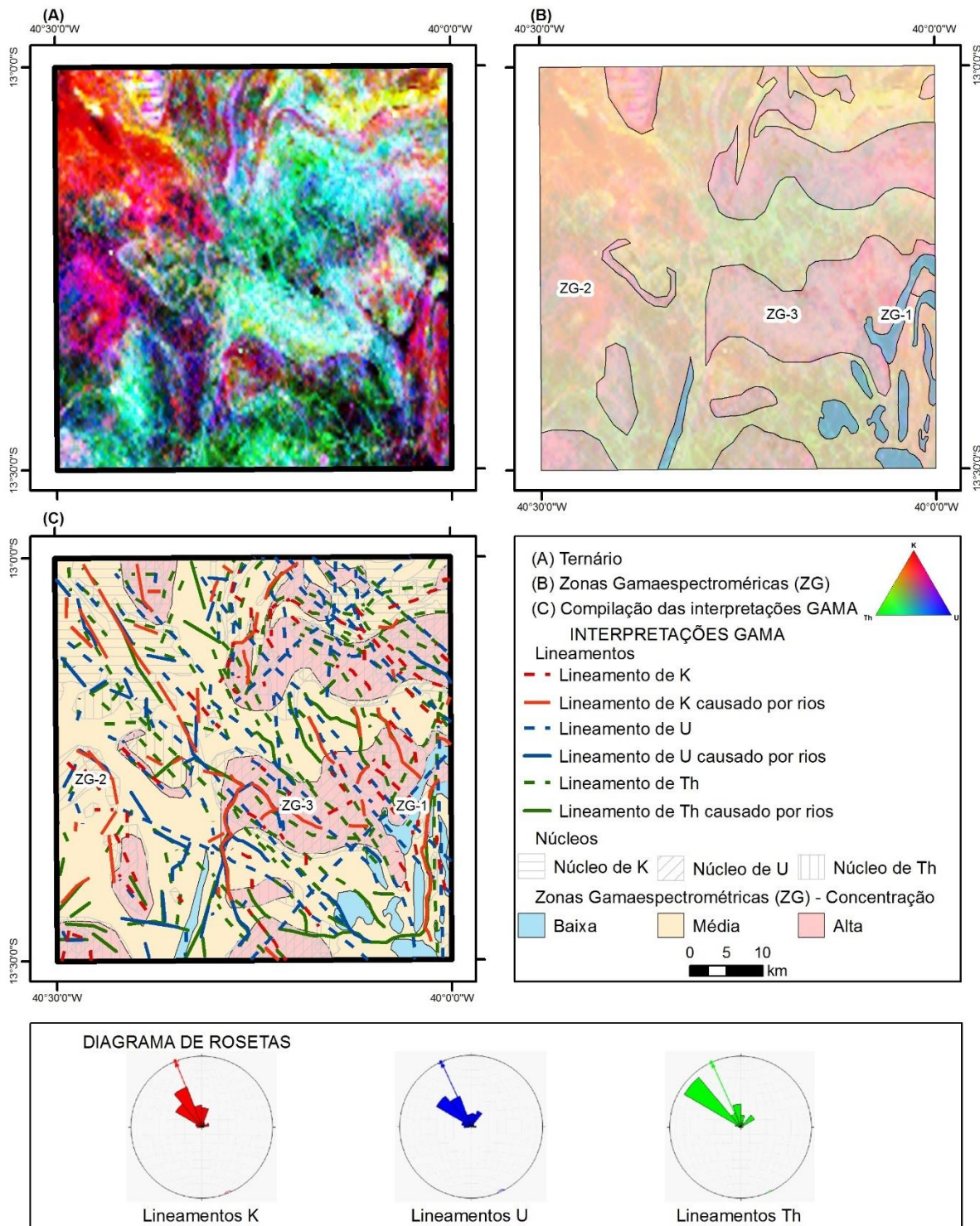


Figura 4. 2 – (A) Imagem ternário KUTh; (B) Interpretação da imagem ternário com individualização das Zonas Gamaespectrométricas; (C) Integração da interpretação gamaespectrométrica com diagrama de rosetas.



Zona Gamaespectrométrica (ZG-2), possui médias concentrações, sendo a unidade de maior importância na área, confirmando a grande ocorrência de rochas graníticas. As cores mais avermelhadas, como no extremo NW do mapa, indicam locais que possuem maiores concentrações de K, elemento mais móvel entre os três avaliados e que tende a se concentrar em ambientes geomorfológicos deposicionais, e que podem refletir protólitos mais alcalinos. A área centro norte da região em foco, mostra uma variação das cores de forma linear, sugerindo diversas camadas, fato esse corroborado pela dobra regional mapeada de plano axial N-S (Figura 3.1) (ANEXO I).

Zona Gamaespectrométrica (ZG-3) representa áreas contendo as maiores concentrações dos radioelementos, sendo consideradas como possuidoras de rochas de filiação graníticas. Região apresenta pequena ou escassa cobertura, apresentando portanto, rochas mais próximas à superfície, e conseqüentemente deixando aparecer mais afloramentos.

Vale colocar que, a partir dos lineamentos obtidos nas imagens, foi executada uma quantificação, atentando para suas características inerentes, como comprimento, frequência, inflexões e orientações preferenciais. Então, esses dados gráficos foram transformados em dados numéricos azimutais, ou seja, dados numéricos *Strike Direction*, e posteriormente plotados em Diagramas de Rosetas (Figura 4. 2). Assim, verificou-se que todos os lineamentos interpretados apresentaram *trends* de primeira ordem NNW-SSE e de segunda ordem NE-SW, e direção preferencial N341° (seta vermelha), N337° (seta verde) e N336° (seta azul) para o K, U e Th, respectivamente. Esses dois *trends* destacados, são justamente as principais direções das estruturas cartografadas no mapa geológico da área de pesquisa.

Vale colocar ainda que o método gamaespectrométrico está entre os mais eficazes para mapear as unidades SGC e MUM devido à capacidade de distinção desse método.

4.2 INTERPRETAÇÃO DAS IMAGENS MAGNÉTICAS

Os dados magnéticos foram tratados de forma qualitativa, sendo cada zona individualizada devido ao seu comportamento magnético distinto (GONÇALVES, 2009). Cada Zona Magnética (ZM) foi avaliada de acordo com a sua geometria e intensidade de

valores, tanto absolutos, como relativos. Foram aplicadas ainda funções matemáticas aos dados magnéticos que possibilitaram a geração de mapas de 1ª derivada vertical (1ªdv) e amplitude do sinal analítico (SA).

Por sua vez as Zonas Magnéticas (ZM) foram individualizadas do mapa Magnético de Campo Total (Figura 4.3) através da observação de assinaturas magnéticas de diferentes potências e contornos. Nesse mapa foram identificados lineamentos L1, L2 e L3 nos três mapas geofísicos, a saber: Campo Magnético Total, 1ª Derivada Vertical (1ªdv) e Amplitude do Sinal Analítico (SA) (Figura 4.4). Os lineamentos L1 situados em áreas próximas às linhas de dipolo ou faixas verticais de dipolo, podem ser interpretados como pertencentes às estruturas regionais do tipo: zonas de cisalhamento ou contatos geológicos. O mapa de Amplitude de Sinal Analítico (SA) permitiu a visualização da dobra regional mapeada na porção centro norte da área, onde os seus limites magnéticos correspondem as unidades CH1 e CHO, perfazendo assim flancos das dobras da segunda fase deformacional como referidas antes.

A quantificação dos lineamentos L1, L2 e L3 foi interpretada atentando para suas características próprias, como comprimento, frequência, inflexões e orientações preferenciais. Assim os dados gráficos foram transformados em dados numéricos azimutais, ou sejam, dados numéricos *Strike Direction*, e posteriormente plotados em Diagramas de Rosetas (Figura 4.4). Os lineamentos L1 apresentam *trends* de primeira ordem NNW-SSE e de segunda ordem NE-SW com direção preferencial N348° (seta vermelha). Os lineamentos L2, embora exibam *trends* similares àqueles do L1, têm outro de 3ª ordem, de direção N-S, o qual realça as estruturas, sobretudo quando se compara com a imagem Magnética de Campo Total. Os lineamentos L3 marcam a envoltória da dobra destacada na região centro norte da região. O mapa de Amplitude de Sinal Analítico (SA), por sua vez, define melhor os contornos das anomalias magnéticas: com efeito, a unidade CH1 apresenta uma maior quantidade de magnetita em relação a unidade CHO, realçando assim a estrutura dobrada mais importante da área, dando uma direção preferencial ao lineamento L3 (seta azul) de N002°, paralelo a direção do plano axial das dobras da segunda fase de deformação.

Figura 4.3 – Imagem magnética de Campo Total com a interpretação das anomalias. (A) Mapa de Anomalia Magnética de Campo Total; (B) Zonas Magnéticas (ZM); (C) Interpretação dos lineamentos L1

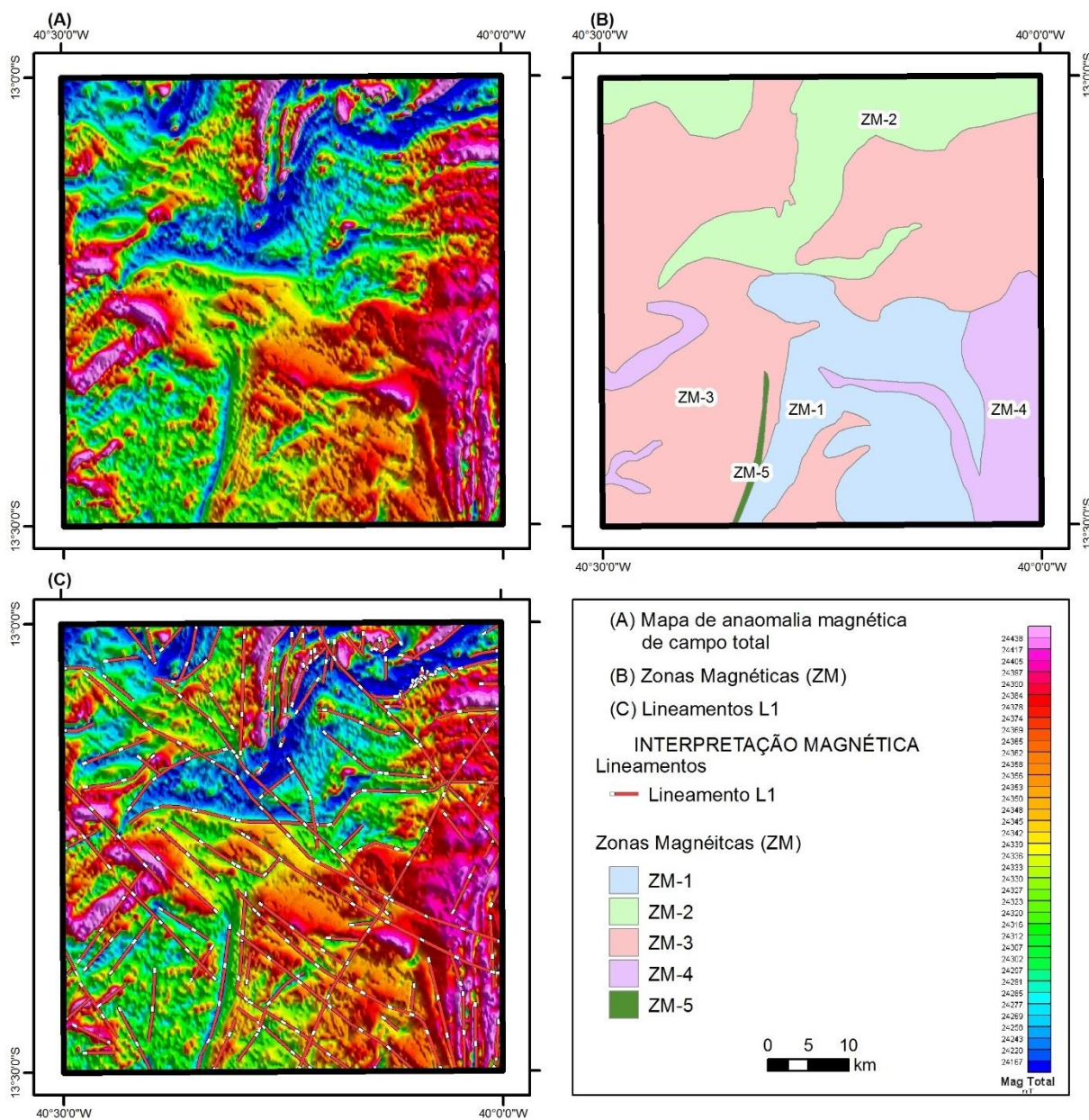
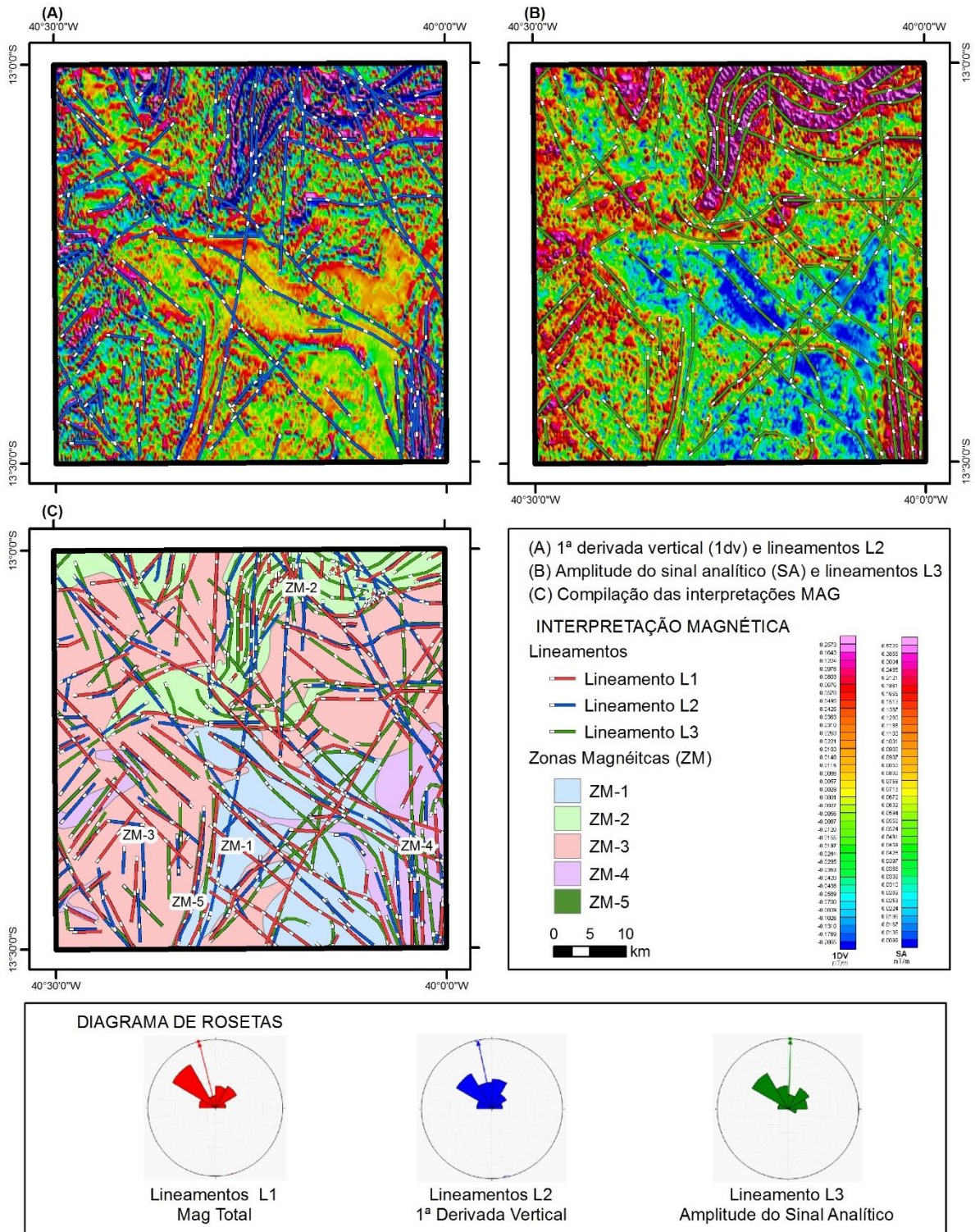


Figura 4.4 – (A) Lineamentos L2 identificados através da imagem Primeira Derivada Vertical; (B) Lineamentos L3 identificados através da imagem Amplitude do Sinal Analítico; (C) Interpretação integrada das anomalias magnéticas com diagrama de rosetas.



Ainda com relação às zonas magnéticas, pode-se interpretar, na área em foco, a presença de cinco delas descritas a seguir.

Zona Magnética (ZM-1) apresenta *background* de baixo magnético, situa-se na porção centro e centro-sul da área estando atravessada pelos lineamentos L1, L2 e L3, Região cortada por lineamentos L1, L2 e L3. Apresenta contato a oeste, com a presença dos lineamentos L1, L2 e L3 marcando o contato com a (ZM-5). Essa zona está relacionada principalmente com a unidade geológica CHO, a qual possui rochas com alto grau de diferenciação magmática acarretando uma composição empobrecida em minerais de elevada susceptibilidade magnética.

Zona Magnética (ZM2) apresenta boa relação com a geologia da área, estendendo-se até a região centro-norte. É composta por região de alto *background* magnético, cortada por lineamentos L1 e L2 e situa-se paralelamente às estruturas dobradas marcada por L3. Geologicamente, nessa zona, as rochas CH1 situam-se nas porções mais magnéticas, enquanto que, nas porções de baixo magnético predomina o litotipo CHO.

Zona Magnética (ZM-3) ocupa a maior extensão areal da região de Maracás, apresentando um médio *background* magnético. É atravessada pelos lineamentos L1, L2 e L3 e abriga preferencialmente as rochas das unidades CH4 e CHO.

Zona Magnética (ZM-4) localiza-se no extremo sudeste da área com *trend* grosseiramente N-S, coincidente com a foliação principal da região e é caracterizada por baixo magnético, explicado pela geologia das rochas SCG e CHO. O lineamento L3 deixa bem marcada a estrutura dobrada coincidendo com a SCG, coincidente com a topografia devido ao destaque geomorfológico provocado pelas rochas quartzíticas dessa unidade.

Zona Magnética (ZM-5) é a de menor extensão areal, no entanto é a que apresenta o maior *background* no mapa, marcada por forte anomalia dipolo no campo magnético total, ficando ainda com maior evidência no mapa (SA). Todos os lineamentos, L1, L2 e L3 apresentam direção N-S, coincidente com as rochas MUM, fato esse explicado pela grande quantidade de minerais ferro-magnesianos presente nesse litotipo.

CAPÍTULO 5 – DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Trabalhos de campo e de cartografia geológica na escala 1:100.000 da região de Maracás, aliados a análises petrográficas e litogeoquímicas e, com base em dados aerogeofísicos, possibilitaram a elucidação dos conhecimentos sobre os granulitos ali presentes (ANEXO I).

No total foram cadastrados e estudados 238 afloramentos de rocha, com a descrição de 152 lâminas petrográficas, as quais tem suas composições modais nas tabelas que compõem o ANEXO III.

O trabalho litogeoquímico foi também essencial para a confirmação dos dados geológicos de campo e petrográficos, sanando dúvidas provenientes do mapeamento, visto que, as unidades geológicas predominantes na área são graníticas metamorfizadas em fácies granulito, o que dificulta a sua diferenciação a olho nú. Todas as análises químicas aqui utilizadas estão inseridas no ANEXO IV.

Portanto, através dos trabalhos descritos anteriormente foram cartografadas e discriminadas sete unidades geológicas, a saber: (i) supracrustais granulitizadas (SCG) ou granulitos heterogêneos; (ii) granulitos *augen*-charnoenderbíticos-charnockíticos (CH4); (iii) granulitos enderbíticos-charnockíticos (CH1); (iv) granulitos heterogêneos ortoderivados (CHO); (v) rochas máficas-ultramáficas (MUM); (vi) depósitos detríticos recentes (NQd) e (vii) depósitos aluvionares (ALU).

A unidade (SCG) é caracterizada por paragneisses compostos por bandas básicas e félsicas quartzo-feldspáticas, quartzitos com ou sem granada, além de granulitos alumino-magnesianos (kinzigitos).

A unidade CH4 é classificada como charnockitos a charnoenderbitos, apresentando textura *augen* característica, com protólitos de caráter metaluminoso a peralcalino com *trend* calcioalcalino para as rochas mais diferenciadas. O metamorfismo de fácies granulito não apagou as características dos protólitos, pois, ainda é observada características da diferenciação magmática através de diagramas binários ou com espectro de ETR. Essa unidade teve origem pelo processo de diferenciação magmática, como incida o enriquecimento de ETRleves e empobrecimento de ETRpesados. Seus contatos foram refinados através das interpretações geofísicas, onde faz parte tanto da (ZG-3) como da (ZM-3).

Os granulitos enderbíticos-charnockíticos da unidade CH1 tem sua origem intrelaçada a protólitos de caráter peraluminoso a metaluminoso variando de calcioalcalina a toleítica, a depender do grau de diferenciação. Similarmente a unidade CH4, os diagramas de Harker (1909) e os espectros de ETR permitem inferir que o processo de geração dos protólitos da mesma foi por diferenciação magmática. Essa unidade pode apresentar em sua composição relativamente grande quantidade de magnetita, fato esse que propiciou o destaque em imagens aerogeofísicas magnetométricas da dobra regional, localizada na região centro-norte da folha (ANEXO I). Essa porção da unidade está englobada na (ZM-2) e atravessada pelos lineamentos L3 confirmando que essa estrutura dobrada apresenta difeção preferencial N002° que coincide com a direção N-S do plano axial das dobras da segunda fase deformacional.

A unidade CHO é composta por rochas variando de charnockíticas a charnoenderbíticas com protólitos de caráter peraluminoso a metaluminoso e pertencentes ao *trend* calcioalcalino nas porções mais diferenciadas. Assim como as outras unidades de filiação granítica, charnockitizadas, essa unidade foi também gerada pelo processo de diferenciação magmática conforme mostram os estudos litogeoquímicos. Deve-se ressaltar que essa unidade está englobada pelas áreas geofísicas, tanto pela (ZG-2) como pela (ZM-1) ou (ZM-3).

As rochas máficas-ultramáficas (MUM) apresentaram as melhores anomalias magnéticas, fato esse justificado pela sua mineralogia ferromagnésiana, divergindo geologicamente das outras unidades. A (ZM-5) e os lineamentos L1, L2 e L3 permitiram identificar os limites estruturais que serviram de zona de fraqueza para a intrusão dessas rochas máficas-ultramáficas.

As coberturas recentes NQd e ALU são compostas por sedimentos semi a inconsolidados recobrando a região, formando terrenos elevados e aplainados, no primeiro caso, e terrenos rebaixados no segundo caso.

A presença de reações metamórficas mostrando o ortopiroxênio envolvendo anfíbolio e biotita titanífera, indicam que a área foi submetida ao metamorfismo progressivo de fácies granulito (MACEDO, 2006). Por outro lado, associações mineralógicas com biotita e anfibólio crescendo em volta de cristais de piroxênios, sob a forma de textura simplectítica indicam diminuição da temperatura do metamorfismo possivelmente ligado ao evento de soergimento orogenético da região (BARBOSA & SABATÉ, 2002).

A ocorrência constante da textura lepidoblástica nos litotipos sugere que essa região sofreu um regime de deformação dúctil propiciando a geração de uma foliação/bandamento penetrativo que obliterou, total ou parcialmente as texturas entre os minerais plutônicos. Quatro associações mineralógicas podem ser destacadas: (i) quartzo, mesopertita, plagioclásio antipertítico e opacos, se reequilibraram no evento de fácies granulito; (ii) mesopertita, ortopiroxênio e alguns plagioclásios antipertíticos foram gerados no evento granulítico; (iii) anfibólio, biotita e alguns minerais opacos são retrometamórficos e em geral estão associados na borda de minerais ferro-magnésianos

e (iv) quartzo, com extinção ondulante, plagioclásio, com geminação incompleta, e piroxênios microfraturados são respostas aos regimes dúcteis-rúpteis e rúpteis mais novos.

Com relação às deformações, encontrou-se na região de Maracás as mesmas fases deformacionais identificadas em áreas vizinhas por Barbosa (1986) e Macedo (2006). Essas estão representadas nas seções e mapas que fazem parte dessa Dissertação. A primeira fase (F1) é ligada a dobras recumbentes vergentes para W. A segunda fase (F2) formou dobras isoclinais geradas pelo redobramento coaxial das dobras recumbentes, estando representadas em geral por dobras apertadas, planos axiais N-S, sub-verticalizados e com eixos das charneiras das dobras com baixo ângulo de mergulho, sempre para N baixo. A terceira fase (F3) foi gerada através do contínuo encurtamento crustal, onde zonas de cisalhamento se desenvolveram ao longo dos planos axiais das dobras isoclinais, surgindo através de um mecanismo de escape para dissipação da energia. A quarta e última fase (F4) tem característica dúctil-rúptil a rúptil estando possivelmente ligada ao colapso orogenético do Bloco Jequié durante o evento Paleoproterozoico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIBERT, C. & BARBOSA, J.S.F., 1992. Âges U-Pb determines à la "SHRIMP" sur dès zircons du Complex de Jequié, Cráton de São Francisco, Bahia, Brésil. Réun. Sci. Terre (RST), 14, 4.

ALKMIM F.F., BRITO NEVES B.B., CASTRO ALVES J.A., 1993 Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco: uma revisão. In: J.M.L. Dominguez, A. Misi (eds). O Cráton do São Francisco. 45-62.

ALMEIDA, F.F.M., 1969. Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. XXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Anais, 29-46. Salvador: SBG.

ALMEIDA, F.F.M., 1971. Geochronological division of the Precambrian of South América. Revista Brasileira de Geociências, 40(3), 280-296.

ALMEIDA, F. F. M., 1977. O Cráton do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, 2, 349-364.

ALVES DA SILVA, F.C.; BARBOSA, J.S.F.; DASMASCENO, J.A., 1996. Estilo deformacional das rochas de alto grau metamórfico da região de Ipiaú, SE da Bahia. In: CONG. BRAS. GEOL., 39, Salvador, 1996. Bol. Res. Expan... Salvador, SBG. 6: 262-266.

ARCANJO, J.B.A. BARBOSA, J.S.F. OLIVEIRA, J.E. DE., 1992. Caracterização petrográfica e metamórfica dos granulitos do Arqueano/Proterozóico Inferior da Região de Itabuna – Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*. 22(1): 47-55.

BARBOSA, J.S.F., 1986. Constitution lithologique et metamorphique de la region granulitique du sud de Bahia-Brásil. Tese (Doutorado). Paris, Université Pierre et Marie Curie.

BARBOSA, J.S.F., 1990. The granulites of the Jequié Complex and Atlantic Coast Mobile Belt, Southern Bahia, Brazil - An expression of archaen early proterozoic plate convergence. *Granulites and Crustal Evolution*. In: D. Vielzeuf and Ph. Vidal (Eds.). (Springer-Verlag:195-221). France: Clermont Ferrand.

BARBOSA, J.S.F., 1991. Projeto geologia e metalogenia do Domínio da Costa Atlântica da Região Granulítica do Sul da Bahia – Brasil. Salvador, UFBA. Convênio SME/SGM/UFBA/PPPG. (Relatório não publicado).

BARBOSA, J.S.F., 1992. Modelos geotectônicos da região granulítica do sul da Bahia. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA BAHIA - SERGIPE, 1, 1992, Salvador. Anais... Salvador: SBG - Núcleo BA / SE. p. 92-95, il.

BARBOSA, J.S.F., 1996. O embasamento Arqueano e Proterozóico Inferior do Estado da Bahia. Capítulo III. In.: BARBOSA, J.S.F. & DOMINGUEZ, L.M.L. (Ed.) *Geologia da Bahia*. Texto explicativo para o mapa geológico ao milionésimo. UFBA/IGEO. Convênio SCIT/UFBA/SGM/PPPG/FAPEX. p. 26-42.

BARBOSA, J.S.F., 1997. Síntese do conhecimento sobre a evolução geotectônica das rochas metamórficas arqueanas e paleoproterozoicas do embasamento do Cráton do São Francisco na Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v.27, n.3, p 241-256.

BARBOSA, J.S.F.; ARCANJO, A.B.J.; ALVES DA SILVA, F.C.; PINHO, I.C.A.; OLIVEIRA, M.P.S.; SAVINI, D.S., 1996. Geologia das rochas de alto grau metamórfico da região de Ipiaú – sudeste da Bahia-Brasil. In: CONG. BRAS. GEOL., 39, Salvador, 1996. Anais... Salvador, SBG, 6: 272-279.

BARBOSA, J.S.F.; CORRÊA GOMES, L.C.; MARINHO, M.M. & SILVA, F.C.A. da., 2001. Geologia do Segmento Sul do Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá. In: Workshop sobre o Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá, *Geologia e o Guia de Excursão* (v. 1, 49-70). Salvador: Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM).

BARBOSA, J.S.F. & FONTEILLES, M., 1989. Caracterização dos protólitos da região granulítica do Sul da Bahia - Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*. 18(2), 162-169.

BARBOSA, J.S.F.; MARINHO, M.M., SABATÉ, P., 1992. Geology of the Jequié-Itabuna granulitic belt. In: PEDREIRA, A.J. (org.), *Petrologic and geochronologic evolution of the*

oldest segments of the São Francisco Cráton, Brazil. IGCP Project 280, Comp. Baiana Pesq. Mineral (CBPM), 1: 7-28.

BARBOSA, J.S.F.; MARTIN H.; PEUCAT J.J., 2004. Archean/Paleoproterozoic Crustal Domic Evolution of the Lage, Mutuipe, Brejões and Santa Ines Région. Jequié Block, Bahia, Brazil. Precam. Res. 135, 105-131.

BARBOSA, J.S.F. & SABATÉ, P., 2000. Geological and Geochronological Features and the Paleoproterozoic Collision of The Four Archean Crustal Segments of The São Francisco Cráton, Bahia, Brazil. XXXI Congresso Internacional de Geologia, Boletim de Resumos Expandidos. Rio de Janeiro

BARBOSA, J.S.F. & SABATÉ, P., 2001. As Placas Arqueanas do Embasamento do Cráton e sua Colisão Paleoproterozóica. Uma síntese. In: Workshop sobre o Orógeno Itabuna-Salvador-Curaçá, Geologia e o Guia de Excursão (v. 1, 9-28). Salvador: Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM).

BARBOSA, J. S. F. & SABATÉ, P., 2002. Geological features and the Paleoproterozoic collision of four Archean crustal segments of the São Francisco Cráton, Bahia, Brazil. A synthesis. Anais Academia Brasileira de Ciências, 74(2), 343-359.

BARBOSA, J.S.F. & SABATÉ, P., 2004. Archean and Paleoproterozoic crust of the São Francisco Cráton, Bahia, Brazil: geodynamic features. Precam. Res. 133, 1-27.

BARBOSA, J.S.F., SABATÉ, P., MARINHO, M.M., 2003. O Cráton do São Francisco na Bahia: Uma Síntese. Revista Brasileira de Geociências. 33(1), 3-6.

BARBOSA, J.S.F, SILVA, F.A., SAPUCAIA, N.S., IVER, S.S., 1998. Petrological and geochemical characteristics of the granulitic terrain of Brejões, Bahia, Brazil. Godwana Research, Osaka, Japão. V.1, p. 343-356

BARBOSA, J.S.F. & PEUCAT, P., 2006. Idades Pb/Pb dos grupos de tonalitos/trondhjemitos do Bloco Itabuna-Salvador-Curaçá.

BOYNTON, W.V., 1984. Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. (Ed.), Rare Earth Element Geochemistry. 63–114. Amsterdam: Elsevier.

BRITO NEVES, B.B. & CORDANI, U.G., 1973. Problemas geocronológicos do geosinclinal sergipano e do seu embasamento. XXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Anais, 37-76. Aracaju: SBG.

BRITO NEVES, B.B., 1975. Regionalização geotectônica do pré-cambriano nordestino. Tese (Doutorado). São Paulo: USP.

CARVALHO, L. M. M., 2006. Integração de Dados de Geofísica Aérea Aplicada a Geologia e à Prospecção Mineral no Distrito Esmeraldino de Itabiro-Ferros, Quadrilátero Ferrífero, MG. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília.

CORDANI, U.G., 1973. Evolução geológica Pré-Cambriana da faixa do Brasil entre Salvador e Vitória. Tese (Livre Docência). São Paulo: USP.

CRUZ, M., 1989. Le massif du Rio Piau: une intrusion de nature gabbroïque et anortositique dans les terrains granulitiques du noyau Jequié-Bahia-Brésil. Tese de doutorado. Université Pierre et Marie Curie, Paris, França. 280p.

DICKSON, B. L. & SCOTT, K. M., 1997. Interpretation of aerial gamma-ray surveys – adding the geochemical factors, AGSO Journal of Australian Geology & Geophysics, 17(2):187-200.

DUARTE, M.C.M.C., 2015. Litogeoquímica e Evolução Metamórfica das Rochas Granulíticas do Povoado de Pedrão, Centro-Leste do Estado da Bahia. Dissertação (Mestrado). Salvador: UFBA.

FERNANDES, E.R.M.C., 2010. Estudo Petrográfico dos Granulitos da Região de Nova Itarana, Bahia. Monografia (Graduação). Salvador: UFBA.

FIGUEIRÊDO, M.C.H., 1989. Geochemical evolution of eastern Bahia, Brazil: A probable Early Proterozoic subduction-related magmatic arc. J. South Am. Earth Sci. 2: 131-145.

FIGUEIRÊDO, M.C.H. & BARBOSA, J.S.F., 1993. Terrenos metamórficos de alto grau do Cráton do São Francisco. II Simp. Cráton do São Francisco, In: DOMINGUEZ, J.M.L. & MISI, A. (eds) O Cráton do São Francisco. Publicação Especial. Salvador, SBG/SGM/CNPq, 213 p.

FORNARI, A. & BARBOSA, J.S.F., 1992. A Suite Enderbítica-Charnockítica da Região de Mutuípe-Bahia. Simpósio Regional de Geologia Bahia-Sergipe, 1, 87-91. Salvador: SBG.

FORNARI, A. & BARBOSA, J.S.F., 1994. Litogeoquímica do batólito enderbítico-charnockítico do Complexo Jequié na região de Laje e Mutuípe, Bahia. Revista Brasileira de Geociências, 24 (1), 13-21.

GONÇALVES, B.F., 2009. Processamento e Interpretação de Dados Aerogeofísicos no Norte da Faixa Araçuaí e Análise de Transformações Magnéticas no Domínio do Espaço. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia, 149p.

HARKER, A., 1909. The natural history of the igneous rocks. New York.

HURLEY, P.M.; ALMEIDA, F.F.M.DE; MELCHER G.C.; CORDANI, U.G.; RAND, J.R.; KAWASHITA, K.; VANDOROS, P.; PINSON, JR. W.H.; FAIRBAIN, H.W., 1967. Test of continental drift by comparison of radiometric ages. Science. 157 (93), 495- 500.

INDA, H.A.V. & BARBOSA, J.S.F., 1978. Texto explicativo para o mapa geológico da Bahia em escala 1: 1000 000. Salvador: SGM/CPM.

IRVINE, T. N. & BARAGAR, W. R. A., 1971. A guide to the chemical classification of the volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*. 8, 523-548.

IYER, H.A.V.; BARBOSA, J.S.F.; CHOUDHURI, A; KROUSE, H.S., 1995. Possibles sources de CO₂ in granulite facies rocks: carbon isotope evidence from the Jequié Complex, Brazil. *Petrology*. 3: 226-237

LEDRU, P.; COCHERIE, A.; BARBOSA, J.S.F.; JOHAN, V.; ONSTOTT, T. , 1993. Agê du metamorphisme granulitique dans le Cráton du São Francisco (Brésil): implications sur la nature de l'orogène transamazonien. *C. R. Acad. Sci. Paris*,211: 120-125.

LEDRU, P., MILÉSI, J.P., JOHAN, V., SABATÉ, P., MALUSKI, H., 1997. Foreland basins and goldbearing conglomerates: a new model for the Jacobina Basin (São Francisco Province, Brazil). *Precambrian Research* 86:155–176.

LEITE, C.M.M., 2002. A Evolução Geodinâmica da Orogênese Paleoproterozóica nas regiões de Capim Grosso-Jacobina e Pintadas-Mundo Novo (Bahia, Brasil): metamorfismo, anatexia crustal e tectônica. Tese de Doutorado. Insituto de Goeciências, Universidade Federal da Bahia, 412p.

LEITE, C. M. M. BARBOSA, J. S. F. GONÇALVES, P. NICOLLET, C. SABATÉ, P., 2009. Petrological Evolution of silica-undersaturated sapphirine-bearing granulite in the Paleoproterozoic Salvador-Curaçá Belt, Bahia, Brasil. *Gondwana Research*, 15: 49-70.

MACEDO, E. P., 2006. Petrografia, Litogeoquímica, Metamorfismo e Evolução Geotectônica dos Granulitos das Regiões de Amargosa, Brejões, Santa Inês, Jaguaquara e Itamari, Bahia, Brasil. Tese (Doutorado). Salvador: UFBA.

MARINHO, M.M., 1991. La Séquence Volcano-Sédimentaire de Contendas Mirante et la Bordure Occidentale du Bloc de Jequié (Cráton du São Francisco, Brésil): Um exemple de transition Archéen - Protérozoïque. Tese (Doutorado). Clermond: Université. Blaise Pascal.

MARINHO, M.M.; VIDAL, P.; ALIBERT, C.; BARBOSA, J.S.F.; SABATÉ, P., 1994. Geochronology of the Jequié - Itabuna granulitic belt and Contendas – Mirante volcano sedimentary belt. In: M.C.H. Figueirêdo & A J. Pedreira (eds). *Petrologic and geochronologic evolution of the oldest segments of the São Francisco Cráton, Brazil* (v.17, 73-96). São Paulo: USP.

MARINHO, M.M, VIDAL, P; ALIBER, C.A., BARBOSA, J.S.F, SABATÉ, P., 1994. Geochronology of the Jequié – Itabuna granulitic belt and the Contendas Mirante volcano-sedimentary belt. *Boletim IG-USP. Publicação especial, São Paulo*. V.17, p 73-96.

MASCARENHAS, J.F.; PEDREIRA. A.J.; MISI, A.; MOTTA, A.C.; SÁ, J.H.S., 1984. Província São Francisco. In: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y (Coords.). *O Pré-Cambriano do Brasil* (46-122). São Paulo: Edgard Blücher.

MASCARENHAS, J. de F. & GARCIA, T.W., 1989. Mapa Geocronológico do Estado da Bahia, 1/1.000.000: texto explicativo. (34-38) Salvador: SGM/COM.

MARTIN, H.; SABATÉ, P.; PEUCAT, J.J.; CUNHA, J.C., 1991. Un segment de croûte continentale d'Age archéen ancien (3,4 milliards d' années): le massif de Sete voltas (Bahia, Brésil). C.R. Acad. Sci. Paris. 313(II): 531-538.

PADILHA, A.V. & MELO, R.C., 1991. Estruturas e Tectônica. In: Programe de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (PLGB) Folha SC.24-Y-D-V, Pintadas, Estado da Bahia. DNPM, Brasilia, Convenio DNPM/CPRM, vol. 3, pp. 49–54.

PEDREIRA, A.J. & MASCARENHAS, J.F., 1975. Projeto Bahia: Geologia da Chapada Diamantina. Salvador. Relatório final. Brasil: CPRM-PROSPEC-DNPM.

PEUCAT, J. J. BARBOSA, J. S. F. PINHO, I. C. DE A. PAQUETTE, J.L. MARTIN, H. FANNING, C. M. MENEZES LEAL, A. B.DE CRUZ, S.C. P., 2011. Geochronology of granulites from the south Itabuna-Salvador-Curaçá Block, São Francisco Cráton (Brazil): Nd isotopes and U-Pb zircon ages. Journal of South American Earth Sciences, v. 31, p. 397-413.

PINHO, I.C.A., 2005. Geologia dos Metatonalitos/Metatrondhjemitos e Granulitos Básicos das Regiões de Camamu-Ubaitaba-Itabuna, Bahia. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador. Brasil, 163 p.

QUEIROZ, T.D.A.; 2011. Mapeamento Geológico, petrografia, aspectos litogeoquímicos e geofísicos dos Granulitos da região de Lajedo do Tabocal: Uma Contribuição a Geologia da Folha Maracás (SD.24-V-D-I), Bahia. Monografia (Graduação). Salvador: UFBA.

RAMSAY, J.G. & HUBER M. I., 1987. The Techniques of Modern Structural Geology, Volume 2: Folds & Fractures, Academic Press. 400p.

RIOS, D.C., 2002. Granitogênese no Núcleo Serrinha, Bahia, Brasil: Geocronologia e Litogeoquímica. PhD Thesis. Universidade Federal da Bahia, Brazil, 233 pp.

SANTOS, C. B. dos, 2010. Avaliação hidrogeológica do alto da bacia do Rio Jiquiriçá. Tese (Doutorado). Salvador: UFBA.

SANTOS, L. T. L., 2009. Petrografia e Geoquímica Preliminar dos Augen-Charnockitos das Regiões de Nova Itaípe, Irajuba e Itaquara – Bahia. Monografia (Graduação). Salvador: UFBA.

SHAND, S. J., 1943. The Eruptive Rocks, 2end. New York: John Wiley.

SORDI, D. A., 2007. Aerogeofísica Aplicada à Compreensão do Sistema de Empurrões da Sequência Santa Terezinha de Goiás, Brasil Central. Dissertação de Mestrado. Universidade Brasília, 107p.

SOUZA, L.T., 2012. Caracterização Petrográfica e Aspectos Geofísicos dos Metamorfitos Granulíticos da Porção Sudoeste da Folha Maracás, Bahia. Monografia (Graduação). Salvador: UFBA.

STRECKEISEN, A., 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Sci. Rev.* 12, 1-33.

SUN, S.S & MCDONOUGH, W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*. (v.42, 313-345). London: Geol. Soc. Spec. Publi.

TEIXEIRA L. R., 1997. O Complexo Caraíba e a Suíte São José do Jacuípe no Cinturão Salvador–Curaçá (Bahia, Brasil): petrologia, geoquímica e potencial metalogenético. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador. 243 p.

USSAMI, N., 1993. Estudos geofísicos no Cráton do São Francisco: estágio atual e perspectivas. In: Dominguez JML & Misi A. (Eds). *Simpósio sobre o Cráton do São Francisco*, Publicação Especial, 35- 62. Salvador: SBG/SGM/CNPq.

WILSON, N., 1987. Combined Sm-Nd, Pb/Pb and Rb-Sr geochronology and isotope geochemistry in polymetamorphic precambrian terrains: Examples from Bahia, Brazil and Channel Island, U.K. Dissertação (Mestrado). Oxford: Oxford University.

ANEXO I

Mapa Geológico da Região de Maracás

ANEXO II

**Artigo: MAPEAMENTO GEOLÓGICO, PETROGRAFIA E
ASPECTOS LITOGEOQUÍMICOS DOS GRANULITOS DA
REGIÃO DE MARACÁS, BAHIA, BRASIL**

***(Submetido à Revista de Geociências da USP-
Universidade de São Paulo)***

ANEXO III

TABELAS DE COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

Tabela 9. 1 – Composição mineralógica modal dos termos kinzigíticos das rochas supracrustais granulitizadas (SCG).

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
Granulitos kinzigíticos ou granulitos aluminó-magnesianos				
BJ-107A	PI (55%); Grt (15%); Qtz (12%); Bt (9%); Op (7%)	Opx (2%)		Bt
BJ-211A, B	PI (48%); Bt (28%); Grt (15%)	Qtz (4%); Cpx (4%); Kfs (2%); Am (1%)		Bt
ED-06A	PI (46%); Qtz (25%); Bt (15%)	Crd (5%); Op (5%); Sil (2%); Spl (1%)	Grt	Bt; Op
ED-06B	PI (61%); Qtz (16%); Crd (13%); Op (7%)	Bt (1,5%); Sil (1%)	Grt; Zr	Bt; Op
ED-06C	PI (47%); Crd (18%); Qtz (17%); Bt (10%); Op (8%)			Bt; Op
ED-06D	PI (55%); Qtz (30%)	Crd (5%); Op (3%)	Grt	Am; Bt; Op
ED-06E	PI (38%); Crd (30%); Qtz (18%); Op (6%)	Bt (4%); Opx (1%); Sil (1%); Spl (1%)	Cpx; Pt; Grt; Mp	Bt; Op
ED-06F	PI (42%); Crd (30%); Qtz (12%); Opx (7%)	Op (5%); Sil (2%); Spl (2%); Bt (1%)	Grt	Bt; Op
HT-16	PI (34%); Qtz (26%); Mp (20%); Grt (8%); Kfs (6%)	Bt (3%); Opx (1%); Cpx (1%); Op (1%)		
HT-35	PI (32%); Mp (27%); Qtz (25%); Kfs (8%)	Bt (3%); Sil (3%); Op (2%)	Zr	Bt; Op
HT-39	Qtz (29%); PI (20%); Cpx (17%); Opx (15%); Kfs (10%)	Op (4%); Bt (3%); Am (2%)		Am; Bt; Op
HT-52A	Mp (41%); Qtz (31%); PI (12%); Grt (7%)	Cpx (4%); Op (3%); Bt (2%)	Ap; Zr	
HT-52B	Mp (50%); Qtz (27%); PI (14%)	Mir (4%); Bt (2%); Op (2%)	Zr	
HT-52C	Qtz (32%); PI (28%); Bt (11%); Grt (11%); Opx (9%)	Op (4%); Cpx (3%); Kfs (2%)	Zr	Bt; Op
HT-52H	Mp (20%); PI (19%); Cpx (17%); Qtz (14%); Grt (12%); Opx (9%); Bt (5%)	Op (4%)	Zr	
LE-03A	PI (28%); Cpx (28%); Am (21%); Opx (13%); Grt (10%)			
LE-03B	Qtz (38%); Mp (27%); Bt (11%); Grt (9%); Op (8%); PI (8%)		Zr	
LE-03C	PI (32%); Cpx (20%); Am (20%); Opx (18%)	Op (4%); Qtz (4%); Mp (4%); Bt (2%)		Am; Bt; Op
LE-03D	PI (37%); Grt (30%); Opx (20%); Qtz (10%)	Op (3%)	Zr	
LE-03E	PI (42%); Qtz (33%); Grt (22%)	Op (2%)	Zr	
LE-03F	Grt (35%); PI (32%); Opx (16%); Qtz (9%)	Bt (4%); Op (4%)		Bt; Op
LE-03G	PI (77%); Qtz (16%)	Bt (4%); Op (3%)	Zr	Bt; Op
LE-03H	Qtz (32%); Mp (32%); Bt (20%); Grt (6%)	Op (5%); PI (5%)		
LS-11	Qtz (35%); Mp (30%); Bt (13%); Grt (8%); Op (6%)	PI (5%); Ap (3%)	Zr	Bt; Op
XH-001	PI (40%); Qtz (36%); Grt (20%)	Bt (2%); Op (2%)	Ap	Bt; Op
JB-05	PI (50%); Grt (19%); Qtz (16%); Bt (12%)	Op (3%)		Bt; Op
JB-06	PI (47%); Grt (21%); Qtz (15%); Bt (13%)	Op (4%)		Bt; Op

Tabela 9. 2 – Composição mineralógica modal dos termos quartzíticos das rochas supracrustais granulizadas (SCG).

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
Quartzitos ou quartzitos granatíferos				
HT-20	Qtz (72%); Arm (20%); Grt (8%)			
HT-28	Arm (80%); Qtz (14%); Pl (6%)			
JB-05	Qtz (81%); Grt (9%)	Pl (3%); Op (2%); Cpx (2%); Am (2%); Bt (1%);		
JB-05A	Qtz (79%); Grt (7%)	Cpx (4%); Bt (4%); Op (3%); Pl (2%)	Zr	
JB-06	Qtz (76%); Grt (12%)	Pl (4%); Op (3%); Mir (2%); Cpx (1%); Am (1%); Bt (1%);	Zr	

Tabela 9. 3 – Composição mineralógica modal das rochas augen-charnoenderbíticas-charnockíticas (CH4).

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
BJ-207A	Mp (58%); Qtz (17%); Pl (13%)	Bt (5%); Am (3%); Opx (2%); Cpx (1%); Op (1%)		Am, Bt
BJ-208A	Mp (58%); Qtz (27%); Pl (8%)	Bt (2%); Am (2%); Opx (1%); Op (1%); Mir (1%)	Zr	Am, Bt
BJ-209A	Mp (75%); Qtz (22%)	Bt (2%); Pl (1%)	Ap	Bt
CV 11	MP (51%); Qtz (18%); Pl (17%)	Am (4%); Kfs (3%); Bt (3%); Mir (2%); Opx (1%); Op (1%)	Gr; Zr	Am, Bt
CV 12	MP (57%); Qtz (25%); Pl (10%)	Am (4%); Opx (1%); Cpx (1%); Mir (1%); Op (1%)	Ap	Am
CV 14	Mp (41%); Qtz (13%); Pl (13%); Cpx (10%); Opx (8%)	Am (5%); Bt (5%); Op (4%)	Zr	Bt; Am; Op
CV 17	Mp (58%); Qtz (35%)	Am (2%); Bt (2%); Opx (1%); Mir (1%); Op (1%)	Ap; Zr	Am, Bt
CV-13	Pl (33%); Mp (28%); Qtz (27%)	Opx (4%); Bt (2%); Op (2%); Kfs (2%); Mir (2%);	Zr	Am; Bt; Op
CV-8	Kfs (34%); Mp (21%); Qtz (16%); Pl (12%); Mir (5%)	Bt (4%); Op (3%); Opx (3%); Am (2%)	Zr	Bt; Am; Op; Pl; Kfs
CV-9	Mp (28%); Qtz (27%); Pl (20%); Kfs (10%)	Op (4%); Bt (3%); Mir (3%); Opx (3%); Am (2%)	Ap	Am; Bt; Op
ED-01	Mp (68%); Qtz (22%)	Kfs (3%); Am (2%); Opx (1%); Pl (1%); Mir (1%); Bt (1%); Op (1%)	Ap	Bt; Am; Op; Pl; Kfs
ED-02	Mp (59%); Qtz (26%)	Am (4%); Pl (3%); Opx (3%); Bt (2%); Op (2%); Mir (1%)	Ap; Zr	Am; Bt; Op
ED-03	Mp (66%); Qtz (26%)	Am (3%); Opx (2%); Cpx (1%); Bt (1%); Op (1%)	Ap; Zr	Am; Bt; Op
ED-04	Mp (56%); Qtz (22%); Pl (16%)	Am (2%); Op (2%); Opx (1%); Mir (1%)	Ap	Pl; Op; Am
ED-09	Mp (62%); Qtz (23%); Pl (8%)	Opx (2%); Am (2%); Bt (2%); Op (1%)	Ap	Pl; Am; Bt; Op
ED-10	Mp (50%); Qtz (21%); Pl (17%)	Am (3%); Kfs (2%); Mir (2%); Bt (2%); Op (2%); Opx (1%)	Gr; Zr	Pl; Am; Bt; Op; Kfs
ED-11	Mp (60%); Qtz (25%)	Am (4%); Opx (3%); Bt (3%); Mir (2%); Op (2%); Kfs (1%)	Ap; Zr	Am; Bt; Op; Kfs

Tabela 9. 4 – Composição mineralógica modal das rochas augen-charnoenderbíticas-charnockíticas (CH4), continuação.

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
HT-37	Mp (60%); Qtz (25%); Pl (6%)	Opx (3%); Am (3%); Bt (3%)	Ap; Zr	Am; Bt; Op
HT-48	Mp (47%); Pl (22%); Qtz (17%); Kfs (7%)	Mir (3%); Bt (2%); Op (2%)	Zr	Bt; Op
HT-50	Pl (31%); Qtz (25%); Mp (25%); Kfs (5%); Bt (5%)	Op (3%); Cpx (3%); Mir (2%); Am (1%)		Am; Bt; Op
HT-51	Pl (35%); Qtz (24%); Mp (20%); Kfs (6%); Bt (5%)	Am (3%); Op (3%); Cpx (2%); Mir (2%)	Zr	Am; Bt; Op
LE-01	Mp (33%); Qtz (23%); Pl (20%)	Cpx (4%); Am (4%); Op (4%); Bt (3%); Mir (3%); Opx (3%)	Zr	Am; Bt; Op
LE-02	Mp (32%); Qtz (30%); Pl (26%); Kfs (8%)	Op (3%); Bt (1%)	Zr	Bt
LS-07	Mp (48%); Qtz (20%); Pl (10%); Am (10%)	Cpx + Opx (7%); Op (3%); Chl (3%)	Ap; Zr	Am, Bt
LS-08	Mp (30%); Qtz (25%); Am (20%); Pl (16%)	Op (5%); Zr (4%)	Ap	
LS-09	Mp (55%); Qtz (29%); Op (8%); Am (7%)	Pl (5%); Bt (1%)	Zr	Am; Bt; Op
LS-10	Mp (30%); Qtz (25%); Bt (23%); Pl (14%)	Op (5%)	Zr	
LS-12	Mp (29%); Qtz (25%); Am (20%); Cpx (15%)	Op (5%); Pl (5%); Ap (1%)	Zr	
LS-14	Qtz (30%); Pl (25%); Cpx (15%); Op (15%); Kfs (10%)	Mp (5%)	Ap; Zr	
LS-19	Mp (34%); Qtz (30%); Pl (15%); Am (15%)	Op (5%)	Ap; Zr	
LS-21	Qtz (30%); Mp (25%); Pl (25%); Opx (15%)	Op (4%); Bt (3%); Ap (1%)	Zr	
LS-26	Qtz (28%); Mp (21%); Kfs (15%); Bt (15%); Op (10%); Pl (6%)			
LS-27	Mp (36%); Qtz (28%); Pl (15%); Bt (13%); Op (7%)	Tin (1%)	Zr	

Tabela 9. 5 – Composição mineralógica modal dos granulitos enderbíticos-charnockíticos (CH1).

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
BJ-204A	MP (30%); Kfs (25%); PI (23%); Qtz (12%)	Bt (4%); Am (4%); Op (2%)	Zr	Am; Bt; Op
BJ-205A, B	PI (41%); Mp (15%); Kfs (12%); Qtz (7%)	Bt (5%); Op (3%); Cpx (1%)		Bt; Op
BJ-210A	PI (62%); Bt (23%); Qtz (7%)	Op (4%); Opx (3%); Cpx (1%)		Bt; Op
CV-4A	PI (52%); Qtz (18%); Mp (10%); Grt (9%)	Bt (4%); Op (4%); Mir (3%)		
CV-5	PI (44%); Qtz (23%); Mp (19%); Mir (9%)	Bt (3%); Op (2%)		
CV-7	Mp (33%); PI (26%); Qtz (19%); Grt (10%)	Bt (4%); Op (3%); Mir (3%); Am (2%)		
ED-05	Mp (42%); PI (38%); Qtz (15%)	Opx (1%); Cpx (1%); Am (1%); Bt (1%); Op (1%)	Zr; Ep; Ttn	Am; Bt; Op
ED-07	PI (50%); Qtz (35%); Bt (10%)	Op (5%)		Bt; Op
HT-06	Mp (35%); PI (30%); Qtz (26%)	Grt (4%); Bt (3%); Am (1%); Op (1%)	Zr	Am; Bt; Op
HT-07	PI (45%); Mp (39%); Qtz (10%)	Grt (2%); Bt (2%); Op (1%)		Bt; Op
HT-08	PI (35%); Qtz (24%); Mp (18%); Kfs (10%); Grt (8%)	Bt (3%); Am (1%); Op (1%)		
HT-11	PI (38%); Mp (28%); Qtz (25%)	Kfs (5%); Bt (2%); Op (2%)	Zr	Bt; Op
HT-12	PI (35%); Qtz (32%); Mp (23%)	Opx (3%); Cpx (2%); Bt (2%); Op (2%); Am (1%)		Am; Bt; Op
HT-15	Mp (33%); PI (30%); Qtz (24%); Grt (8%)	Bt (2%); Op (2%); Cpx (1%)		Bt; Op
HT-19	Mp (31%); Kfs (21%); Qtz (21%); PI (15%)	Grt (4%); Bt (3%); Opx (2%); Am (2%); Op (1%)		Am; Bt; Op
HT-21	PI (43%); Qtz (34%); Mp (10%)	Grt (3%); Opx (3%); Cpx (3%); Bt (2%); Am (1%); Op (1%)		Am; Bt; Op
HT-24	PI (46%); Qtz (34%); Mp (10%)	Am (2%); Kfs (2%); Cpx (2%); Opx (1%); Bt (1%); Op (1%)	Zr	Am; Bt; Op
HT-25	PI (45%); Cpx (20%); Qtz (11%); Opx (8%)	Mp (5%); Op (5%); Am (4%); Kfs (2%)	Zr	Am; Bt; Op

Tabela 9. 6 – Composição mineralógica modal dos granulitos enderbíticos-charnockíticos (CH1), continuação.

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
HT-31	Qtz (28%); Pl (22%); Grt (15%); Mp (13%); Kfs (7%); Bt (6%)	Opx (3%); Cpx (2%); Op (2%); Am (2%)		Am; Bt; Op
HT-32	Pl (35%); Qtz (31%); Mp (23%)	Bt (4%); Kfs (3%); Opx (2%); Cpx (2%); Op (1%)		Bt; Op
HT-33	Mp (37%); Qtz (20%); Pl (20%); Kfs (11%)	Bt (5%); Opx (3%); Cpx (2%); Op (2%)	Zr	Bt; Op
HT-40	Qtz (35%); Cpx (19%); Pl (18%); Kfs (7%); Bt (7%); Mp (6%)	Op (5%); Opx (3%)	Ap; Zr	
HT-41	Qtz (36%); Mp (25%); Pl (19); Op (8%); Kfs (5%)	Bt (4%); Opx (3%)	Ap; Zr	
HT-42	Qtz (34%); Mp (32%); Pl (14); Op (10%)	Bt (4%); Opx (3%); Kfs (3%)	Ap; Zr	
HT-43	Mp (32%); Qtz (29%); Pl (15%); Kfs (9%); Cpx (8%)	Bt (4%); Op (3%)		
HT-45	Mp (39%); Qtz (26%); Pl (11%); Kfs (10%); Cpx (6%)	Am (2%); Bt (2%); Op (2%); Mir (2%)		Am; Bt; Op
HT-46A	Pl (41%); Qtz (30%); Mp (10%); Kfs (7%); Bt (6%)	Op (3%); Cpx (3%)		
HT-46B	Am (40%); Pl (14%); Qtz (14%); Mp (10%); Cpx (10%); Kfs (5%); Bt (5%)	Op (4%)	Ap; Zr; Tin	
HT-75	Pl (45%); Qtz (34%); Mp (7%); Op (7%)	Cpx (4%); Bt (3%)	Ap; Zr	Bt; Op
LS-15	Qtz (35%); Mp (25%); Pl (18%); Grt (12%)	Bt (7%); Op (3%)		
LS-16	Mp (40%); Qtz (30%); Pl (15%)	Kfs (8%); Bt (4%); Op (3%)		
LS-23	Mp (30%); Qtz (20%); Kfs (20%); Pl (10%)	Am (6%); Grt (3%); Op (3%); Bt (2%)	Ap e Chl (1%)	
BJ-206A	Pl (33%); Qtz (24%); Cpx (12%); Opx (10%); Bt (9%); Am (8%)	Op (4%)	Zr	Bt; Op; Am

Tabela 9. 7 – Composição mineralógica modal dos granulitos heterogêneos ortoderivados (CHO).

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
CV 18	Qtz (42%); Pl (34%); Mp (10%); Grt (8%)	Bt (3%); Op (3%)		Bt; Op
CV-06	Mp (50%); Qtz (24%); Pl (12%); Bt (6%)	Opx (4%); Cpx (2%); Op (2%)	Zr	Bt; Op
CV-10	Pl (32%); Mp (31%); Qtz (13%); Kfs (11%)	Bt (4%); Mir (4%); Op (3%); Am (2%)		
CV-15	Pl (30%); Qtz (22%); Mp (21%); Grt (17%)	Bt (2%); Op (2%); Kfs (2%); Mir (2%); Opx (2%)		
CV-1A	Pl (44%); Qtz (27%); Mp (18%); Am (6%)	Bt (3%); Op (2%)		
CV-2A	Pl (40%); Qtz (18%); Mp (18%); Bt (6%)	Op (4%); Grt (4%); Bt (4%); Mir (3%); Kfs (3%)		
CV-3A	Pl (42%); Qtz (15%); Mp (14%); Grt (13%); Bt (6%)	Op (4%); Mir (3%); Am (3%)		
CV-6	Pl (41%); Mp (20%); Qtz (18%); Grt (11%); Mir (5%)	Bt (3%); Op (2%)		
ED-08	Pl (75%); Qtz (10%)	Kfs (5%); Mp (5%); Bt (3%); Op (2%)		Bt; Op
HT-05	Qtz (35%); Pl (29%); Mp (26%); Grt (6%)	Bt (3%); Op (1%)		Bt; Op
HT-09	Pl (49%); Qtz (41%)	Bt (5%); Grt (4%); Am (1%)	Zr	Am; Bt; Op
HT-13	Qtz (26%); Mp (25%); Pl (22%); Kfs (20%)	Bt (2%); Grt (2%); Opx (1%); Cpx (1%); Op (1%)		Am; Bt; Op
HT-14A1	Pl (36%); Qtz (25%); Mp (16%); Kfs (9%); Grt (8%)	Bt (3%); Op (1%); Am (1%); Cpx (1%)		Am; Bt; Op
HT-14A2	Pl (33%); Qtz (29%); Mp (9%); Grt (9%); Kfs (8%); Bt (8%)	Cpx (1%); Am (1%); Op (1%)	Zr	Am; Bt; Op
HT-14B1	Qtz (38%); Pl (38%); Grt (9%); Kfs (6%)	Op (3%); Cpx (3%); Opx (2%); Bt (1%)		Am; Bt; Op
HT-14B2	Pl (52%); Qtz (36%)	Bt (4%); Kfs (2%); Opx (2%); Cpx (2%); Op (2%)		Bt; Op
HT-17	Qtz (38%); Pl (25%); Mp (15%); Grt (9%); Bt (6%)	Cpx (3%); Op (3%); Opx (1%)		Bt; Op
HT-18	MP (32%); Qtz (23%); Kfs (20%); Pl (15%)	Grt (3%); Am (2%); Bt (2%); Op (2%); Cpx (1%)		Am; Bt; Op
HT-22	Pl (34%); Mp (30%); Qtz (27%)	Bt (3%); Cpx (2%); Op (2%); Opx (1%); Am (1%)	Ap; Zr	Am; Bt; Op

Tabela 9. 8 – Composição mineralógica modal dos granulitos heterogêneos ortoderivados (CHO), continuação.

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
HT-26	Qtz (35%); Pl (30%); Grt (15%); Mp (12%)	Bt (5%); Op (3%)		Bt; Op
HT-27A	Qtz (30%); Pl (18%); Grt (18%); Mp (15%); Opx (8%)	Kfs (5%); Bt (5%); Op (1%)		Bt; Op
HT-27B	Pl (37%); Qtz (24%); Mp (17%); Grt (10%); Bt (7%)	Opx (2%); Am (2%); Op (1%)		
HT-29A	Qtz (40%); Mp (25%); Pl (20%); Kfs (8%)	Op (3%); Bt (2%); Am (1%); Cpx (1%)	Zr	Am; Bt; Op
HT-29B	Qtz (32%); Mp (25%); Pl (22%); Kfs (13%)	Am (3%); Opx (2%); Bt (2%); Op (1%)	Ap; Zr	Am; Bt; Op
HT-30	Mp (35%); Qtz (20%); Kfs (18%); Pl (16%)	Bt (5%); Am (4%); Opx (1%); Cpx (1%)	Zr	Am; Bt; Op
HT-34A	Mp (40%); Qtz (31%); Pl (14%); Grt (7%)	Bt (4%); Cpx (2%); Opx (1%); Op (1%)		Bt; Op
HT-34B	Mp (42%); Qtz (27%); Pl (14%)	Grt (5%); Bt (3%); Op (3%); Am (3%); Cpx (2%)		Am; Bt; Op
HT-36	Pl (37%); Qtz (29%); Mp (15%)	Bt (5%); Am (4%); Grt (3%); Op (3%); Opx (2%); Cpx (2%)	Zr	Am; Bt; Op
HT-38	Mp (50%); Qtz (27%); Pl (15%)	Am (4%); Bt (2%); Op (2%)		Bt; Op
HT-47	Qtz (30%); Mp (25%); Pl (16%); Kfs (8%); Opx (8%)	Am (4%); Bt (4%); Op (3%); Mir (2%)		Am, Bt, Op
HT-49	Mp (48%); Qtz (21%); Pl (14%); Grt (8%)	Kfs (3%); Bt (2%); Op (2%); Mir (2%)	Zr	
HT-56A	Pl (34%); Qtz (27%); Kfs (16%); Mp (9%)	Op (4%); Opx (4%); Cpx (3%); Bt (3%)	Zr	Bt; Op
HT-56B	Mp (40%); Qtz (25%); Pl (15%); Cpx (7%)	Op (4%); Am (3%); Bt (3%); Grt (3%)	Zr	Bt; Op
HT-59	Pl (37%); Mp (25%); Qtz (25%)	Cpx (4%); Op (3%); Bt (3%); Mir (3%)	Zr	Bt; Op
HT-62	Pl (42%); Qtz (35%); Cpx (10%); Bt (6%)	Op (4%); Mp (2%); Opx (1%)	Zr	Bt; Op
HT-63	Pl (40%); Qtz (39%); Cpx (7%); Bt (6%)	Op (3%); Mp (3%); Mir (2%)	Zr	Bt; Op
HT-64	Qtz (45%); Pl (38%); Cpx (6%); Bt (5%)	Op (3%); Mp (3%)	Zr	Bt; Op
HT-65	Qtz (31%); Pl (27%); Mp (21%); Cpx (6%); Bt (6%)	Op (3%); Am (3%); Mir (3%)	Zr	Am; Bt; Op

Tabela 9. 9 – Composição mineralógica modal dos granulitos heterogêneos ortoderivados (CHO), continuação.

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
HT-66	Pl (47%); Qtz (34%); Bt (6%)	Mir (4%); Cpx (3%); Op (3%); Opx (3%)	Zr	
HT-68	Mp (40%); Qtz (25%); Pl (12%); Mir (6%)	Op (4%); Cpx (4%); Opx (3%); Bt (3%); Am (3%)	Zr	Cpx; Bt; Op
HT-69	Qtz (29%); Pl (24%); Mp (23%); Mir (8%);	Kfs (4%); Opx (4%); Op (3%); Bt (3%); Grt (2%)	Ap; Zr	Bt; Op
HT-72	Pl (37%); Qtz (32%); Mp (6%); Opx (6%); Bt (6%)	Op (4%); Kfs (3%); Cpx (3%); Am (3%)	Zr	Am; Bt; Op
LE-04	Mp (33%); Qtz (21%); Pl (16%); Kfs (8%); Am (7%)	Op (4%); Grt (4%); Bt (3%); Mir (2%); Cpx (2%)		
LS-01	Mp (40%); Qtz (27%); Pl (15%); Bt (6%)	Mir (4%); Op (4%); Opx (3%); Cpx (1%)	Zr	
LS-02	Pl (43%); Qtz (38%); Mp (7%)	Bt (4%); Op (4%); Opx (3%); Cpx (1%)		
LS-04	Pl (41%); Qtz (29%); Mir (8%); Opx (7%); Bt (7%)	Op (4%); Grt (2%); Mp (2%)	Zr	Bt; Op
LS-05A	Pl (38%); Qtz (27%); Mp (19%)	Op (4%); Opx (4%); Bt (4%); Cpx (2%); Am (2%)	Zr	Am; Bt; Op
LS-05B	Mp (33%); Qtz (24%); Pl (18%); Mir (17%)	Op (4%); Grt (4%); Bt (3%)	Zr	
LS-06	Pl (47%); Cpx (25%); Qtz (9%); Op (7%)	Opx (3%); Bt (1%)		
LS-13	Pl (35%); Kfs (28%); Qtz (21%); Bt (17%)	Mp (5%)		
LS-17	Mp (45%); Qtz (30%); Am (13%)	Pl (7%); Op (5%)		
LS-20	Qtz (40%); Mp (30%); Pl (12%); Opx (10%)	Op (5%); Am (3%)		
LS-22	Mp (28%); Qtz (22%); Pl (15%); Cpx (15%); Bt (10%)	Op (6%); Grt (2%)	Ap e Zr (1%)	
LS-24	Mp (39%); Qtz (25%); Pl (15%)	Op (7%); Kfs (5%); Bt (5%); Grt (3%)	Zr (1%)	
LS-25	Qtz (40%); Kfs (30%); Pl (20%)	Bt (2%); Mp (8%)		
TB-44	Mp (30%); Qtz (29%); Pl (22%)	Opx (4%); Cpx (4%) Bt (4%); Kfs (3%); Op (2%); Am (2%)		Am; Bt; Op

Tabela 9. 10 – Composição mineralógica petrográfica da unidade MUM.

Amostra	Minerais Metamórficos	Minerais Acessórios	Minerais Traços	Minerais Retrometamórficos
HT-73	Pl (59%); Opx (28%); Cpx (7%); Op (6%)	Bt (3%); Am (1%)		

ANEXO IV

TABELAS DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Tabela 10. 1 – Resultado litogeoquímico da unidade SCG.

Amostra	LE-03/CV-01	LS-11
SiO2	48.70	77.42
TiO2	1.00	0.17
Al2O3	11.21	12.29
Fe2O3	12.10	2.23
FeO	9.46	2.01
MnO	0.18	0.03
MgO	12.22	0.22
CaO	10.92	1.30
Na2O	1.79	3.39
K2O	0.81	4.83
P2O5	0.08	0.03
Total	99.68	102.00
Mg#	0.56	0.10
K2O+Na2O	2.60	8.22
K2O/Na2O	0.45	1.42
PF	0.40	0.11
Cr2O3	0.20	<0.01
Ni (ppm)	538.00	17.00
Co	70.60	1.70
V	199.00	18.00
Cu	33.30	7.00
Pb	1.20	
Sn	<1	<0.3
Rb	8.40	158.00
Cs	<0.1	0.08
Ba	45.00	786.00
Sr	125.20	130.00
Ga	12.20	22.00
Ta	0.40	<0.05
Nb	6.30	<0.05
Hf	2.00	4.25
Zr	64.20	170.00
Y	13.40	<10
Th	1.10	23.80
U	0.70	1.53
La	8.50	57.10
Ce	20.90	88.70
Pr	2.75	9.15
Nd	12.40	29.80
Sm	2.81	4.40
Eu	0.96	0.88
Gd	2.97	3.08
Tb		0.39
Dy	2.57	1.79
Ho	0.48	0.34
Er	1.30	0.85
Tm	0.19	0.10
Yb	1.11	0.60
Lu	0.16	0.08
F		
Sc (ppm)	29.00	
Be	<1	
Mo	0.60	<2
Zn	15.00	72.00
Ni		
As	<0.5	
Au	2.70	
Tl	<0.1	<0.5
Sum		
W	<0.5	1.20
TOT/C	<0.02	
TOT/S	<0.02	
Ag	<0.1	<1
Bi	0.10	
Cd	<0.1	
Hg	<0.01	
Sb	<0.1	
Se	<0.5	
CO2		
Cl		

Tabela 10. 2 – Resultado litogeoquímico da unidade CH4.

Amostra	CV 08	CV 09	CV 11	CV 12	CV 13	CV 14	CV 16	CV 17	ED-01
SiO2	70.77	73.24	66.99	69.87	72.37	73.36	72.24	72.70	71.30
TiO2	0.37	0.20	0.43	0.65	0.34	0.72	0.35	0.16	0.51
Al2O3	13.39	13.86	16.34	13.15	12.75	12.36	13.35	14.88	12.80
Fe2O3	4.07	1.88	4.38	4.74	4.29	4.02	2.98	2.08	4.95
FeO	1.01	1.70	3.05	2.30	2.96	3.42	1.95	1.70	3.45
MnO	0.03	0.02	0.05	0.06	0.06	0.06	0.04	0.02	0.06
MgO	0.02	0.40	0.78	0.51	0.06	0.74	0.32	0.31	0.43
CaO	0.71	2.00	4.03	1.58	1.40	1.88	1.40	1.53	1.76
Na2O	3.27	3.14	4.33	2.71	3.08	2.50	2.95	3.64	3.00
K2O	6.11	4.11	2.20	5.48	5.19	3.52	5.53	4.32	5.44
P2O5	0.05	0.07	0.07	0.17	0.04	0.14	0.08	0.08	0.12
Total	99.80	100.62	102.65	101.22	102.54	102.72	101.19	101.42	103.82
Mg#	0.02	0.19	0.20	0.18	0.02	0.18	0.14	0.15	0.11
K2O+Na2O	9.38	7.25	6.53	8.19	8.27	6.02	8.48	7.96	8.44
K2O/Na2O	1.87	1.31	0.51	2.02	1.69	1.41	1.87	1.19	1.81
PF									0.18
Cr2O3									
Ni (ppm)									
Co									
V									17.00
Cu									
Pb									
Sn									5.00
Rb									183.00
Cs									50.00
Ba									703.00
Sr									136.00
Ga									22.00
Ta									10.00
Nb									31.00
Hf									50.00
Zr									294.00
Y									79.00
Th									32.00
U									10.00
La									
Ce									
Pr									
Nd									
Sm									
Eu									
Gd									
Tb									
Dy									
Ho									
Er									
Tm									
Yb									
Lu									
F									743.00
Sc (ppm)									10.00
Be									
Mo									
Zn									
Ni									
As									
Au									
Tl									
Sum									
W									10.00
TOT/C									50.00
TOT/S									
Ag									
Bi									
Cd									
Hg									
Sb									
Se									
CO2									0.20
Cl									157.00

Tabela 10. 3 – Resultado litogeoquímico da unidade CH4, continuação.

Amostra	ED-02	ED-03	ED-04	ED-09	ED-10	ED-11	HT-37	LS-07	LS-08
SiO2	69.50	70.60	76.10	70.70	70.00	70.10	70.22	73.16	70.27
TiO2	0.57	0.53	0.10	0.58	0.66	0.52	0.61	0.38	0.39
Al2O3	12.40	13.40	12.00	12.50	12.20	13.00	13.04	11.50	11.82
Fe2O3	6.91	5.04	1.82	5.03	5.96	5.78	4.79	4.87	4.34
FeO	3.21	3.53	1.28	2.98	3.44	3.89	4.31	4.38	3.91
MnO	0.11	0.06	0.02	0.06	0.07	0.13	0.06	0.08	0.07
MgO	0.16	0.43	0.10	0.47	0.53	0.41	0.51	0.21	0.26
CaO	2.66	1.98	0.67	1.79	2.12	1.74	2.09	1.35	1.56
Na2O	3.37	3.15	3.18	3.00	2.98	3.21	2.97	3.00	2.95
K2O	4.03	5.34	5.42	5.23	4.73	5.73	5.11	5.32	5.92
P2O5	0.14	0.12	0.01	0.14	0.18	0.13	0.15	0.09	0.06
Total	103.06	104.18	100.70	102.48	102.87	104.64	99.55	99.77	97.50
Mg#	0.05	0.11	0.07	0.14	0.13	0.10	0.11	0.05	0.06
K2O+Na2O	7.40	8.49	8.60	8.23	7.71	8.94	8.08	8.32	8.87
K2O/Na2O	1.20	1.70	1.70	1.74	1.59	1.79	1.72	1.77	2.01
PF	0.09	0.17	0.08	0.06	0.14	0.17	0.20	<0,01	<0,01
Cr2O3								<0,01	<0,01
Ni (ppm)								16.00	18.00
Co							5.70	2.70	2.90
V	10.00	15.00	10.00	24.00	24.00	23.00	15.00	21.00	21.00
Cu							11.70	14.00	18.00
Pb							4.90		
Sn	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.00	3.60	2.90
Rb	99.00	187.00	224.00	157.00	159.00	163.00	122.00	174.90	217.90
Cs	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	0.29	0.21
Ba	876.00	848.00	217.00	747.00	781.00	946.00	1.051.00	829.00	978.00
Sr	80.00	164.00	43.00	130.00	116.00	124.00	115.70	65.00	73.00
Ga	23.00	22.00	26.00	23.00	22.00	23.00	19.90	20.10	21.90
Ta	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	1.80	0.60	3.32
Nb	43.00	39.00	19.00	53.00	79.00	51.00	27.10	15.10	14.32
Hf	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	13.20	11.07	13.12
Zr	626.00	367.00	117.00	316.00	418.00	403.00	485.80	628.00	610.00
Y	113.00	87.00	57.00	114.00	101.00	108.00	63.30	99.00	88.00
Th	5.00	6.00	18.00	14.00	19.00	5.00	13.70	21.20	13.60
U	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	1.50	4.87	2.26
La							100.70	121.30	98.60
Ce							185.30	199.50	172.80
Pr							20.33	22.75	22.27
Nd							77.10	83.40	82.40
Sm							13.79	16.50	17.90
Eu							2.43	2.21	3.13
Gd							12.79	16.67	18.17
Tb							2.14	2.72	3.41
Dy							12.04	16.75	17.02
Ho							2.59	3.37	3.76
Er							7.12	9.33	10.30
Tm							1.03	1.47	1.60
Yb							6.22	9.10	9.00
Lu							0.84	1.38	1.54
F	157.00	653.00	71.00	495.00	740.00	469.00			
Sc (ppm)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	6.00		
Be							2.00		
Mo							2.60	3.00	7.00
Zn							48.00	118.00	124.00
Ni							2.40		
As									
Au									
Tl								<0.5	<0.5
Sum							99.73		
W	15.00	12.00	10.00	20.00	10.00	13.00		<0.1	2.90
TOT/C	50.00	50.00	50.00	63.00	63.00	73.00			
TOT/S									
Ag								<1	<1
Bi									
Cd									
Hg									
Sb									
Se									
CO2	0.58	0.25	0.19	0.27	0.22	0.24			
Cl	28.00	146.00	20.00	310.00	262.00	168.00			

Tabela 10. 4 – Resultado litogeoquímico da unidade CH4, continuação.

Amostra	LS-09	LS-10	LS-12	LS-14	LS-19	LS-21	LS-26	LS-27
SiO2	77.26	71.22	68.56	70.83	72.04	68.64	71.40	70.30
TiO2	0.25	0.44	0.80	0.84	0.34	0.52	0.51	0.37
Al2O3	11.79	12.38	11.61	13.81	11.10	12.12	13.38	11.31
Fe2O3	3.43	3.46	5.71	5.36	2.67	3.89	3.40	3.78
FeO	3.09	3.11	5.14	4.82	2.40	3.50	3.06	3.40
MnO	0.03	0.04	0.08	0.07	0.03	0.06	0.05	0.06
MgO	0.05	0.50	0.72	0.67	0.19	0.44	0.64	0.29
CaO	0.69	1.89	2.55	2.69	0.92	1.91	1.83	1.23
Na2O	3.62	2.84	2.88	3.26	2.41	2.87	3.23	2.98
K2O	5.45	5.83	4.38	5.97	5.37	5.91	6.88	6.63
P2O5	0.06	0.12	0.19	0.27	0.07	0.11	0.18	0.11
Total	102.74	98.83	97.23	103.71	95.35	96.56	101.79	97.04
Mg#	0.02	0.14	0.12	0.12	0.07	0.11	0.17	0.08
K2O+Na2O	9.07	8.67	7.26	9.23	7.78	8.78	10.11	9.61
K2O/Na2O	1.51	2.05	1.52	1.83	2.23	2.06	2.13	2.22
PF	0.11	0.12	<0,01	<0,01	0.21	0.10	0.28	<0,01
Cr2O3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
Ni (ppm)	17.00	19.00	25.00	29.00	9.00	13.00	19.00	10.00
Co	0.80	3.90	8.60	6.10	2.30	5.20	4.80	2.70
V	20.00	30.00	47.00	37.00	16.00	34.00	27.00	16.00
Cu	13.00	9.00	19.00	16.00	<5	10.00	9.00	9.00
Pb								
Sn	6.70	1.70	2.20	2.00	0.50	2.50	2.20	<0.3
Rb	238.30	266.00	156.20	144.10	204.10	210.50	215.60	163.70
Cs	0.38	0.80	0.09	0.19	0.57	0.32	0.46	0.08
Ba	430.00	643.00	1184.00	1158.00	666.00	778.00	745.00	970.00
Sr	34.00	118.00	142.00	180.00	88.00	119.00	128.00	92.00
Ga	24.60	18.70	23.00	18.00	15.10	19.00	19.60	17.20
Ta	3.56	1.84	2.57	0.94	<0.05	0.75	<0.05	<0.05
Nb	17.43	6.17	19.38	9.41	0.52	6.69	3.38	<0.05
Hf	12.83	7.75	13.10	8.94	6.18	8.91	7.84	8.77
Zr	486.00	297.00	579.00	624.00	316.00	344.00	318.00	400.00
Y	112.00	49.00	85.00	87.00	63.00	61.00	41.00	44.00
Th	16.80	33.30	11.90	16.50	29.00	16.60	36.80	11.30
U	4.96	5.73	1.88	1.51	5.67	2.35	4.70	1.02
La	89.80	96.50	92.00	66.70	77.70	99.40	87.10	62.60
Ce	164.40	163.80	167.90	122.20	132.60	170.40	153.60	107.90
Pr	20.42	19.00	21.21	15.21	14.79	19.87	14.88	12.74
Nd	77.10	65.00	80.20	54.70	49.50	69.30	50.00	47.90
Sm	17.10	11.70	16.50	11.50	8.30	12.00	8.90	8.80
Eu	1.69	1.59	3.04	1.93	1.09	1.87	1.34	1.88
Gd	19.87	10.78	16.81	11.06	7.49	11.28	8.02	8.30
Tb	3.41	1.87	2.76	1.90	1.24	1.89	1.36	1.24
Dy	20.53	9.95	15.86	11.34	6.71	11.37	7.88	7.30
Ho	4.34	2.10	3.30	2.40	1.51	2.35	1.50	1.52
Er	12.14	5.82	9.66	6.99	4.49	7.33	4.56	4.37
Tm	1.85	0.96	1.50	1.00	0.66	1.06	0.68	0.56
Yb	10.50	5.60	8.40	6.30	4.40	6.50	4.00	3.60
Lu	1.47	0.80	1.39	0.88	0.61	0.90	0.60	0.52
F								
Sc (ppm)								
Be								
Mo	5.00	5.00	4.00	6.00	3.00	3.00	3.00	<2
Zn	83.00	54.00	162.00	103.00	66.00	82.00	69.00	118.00
Ni								
As								
Au								
Tl	<0.5	0.80	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Sum								
W	0.90	1.10	0.60	0.50	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TOT/C								
TOT/S								
Ag	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Bi								
Cd								
Hg								
Sb								
Se								
CO2								
Cl								

Tabela 10.5 – Resultado litogeoquímico da unidade CH1.

Amostra	CV 04	CV 05	CV 07	ED-05	HT-08	HT-12	HT-15	HT-19	HT-21
SiO2	74.29	74.66	76.55	72.45	73.55	72.10	74.77	69.82	71.42
TiO2	0.11	0.21	0.22	0.29	0.42	0.14	0.13	0.39	0.29
Al2O3	13.76	12.89	11.27	13.34	12.47	14.92	13.53	15.47	15.02
Fe2O3	1.51	2.52	2.70	3.29	3.22	1.52	1.40	3.27	2.69
FeO	1.01	1.95	1.01	2.96	2.90	1.37	1.26	2.94	2.42
MnO	0.01	0.02	0.02	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03
MgO	0.17	0.33	0.01	0.09	0.55	0.32	0.14	0.97	0.48
CaO	1.33	1.35	0.37	1.92	1.41	2.11	0.85	3.42	2.47
Na2O	3.44	3.09	3.01	3.93	2.42	3.83	3.02	4.44	4.48
K2O	4.90	4.41	5.34	3.97	5.26	4.08	5.64	1.59	2.57
P2O5	0.04	0.06	0.01	0.03	0.06	0.02	0.03	0.11	0.09
Total	100.57	101.49	100.51	99.36	99.38	99.05	99.52	99.50	99.54
Mg#	0.14	0.14	0.01	0.03	0.16	0.19	0.10	0.25	0.17
K2O+Na2O	8.34	7.50	8.35	7.90	7.68	7.91	8.66	6.03	7.05
K2O/Na2O	1.42	1.43	1.77	1.01	2.17	1.07	1.87	0.36	0.57
PF				0.40	0.40	0.80	0.40	0.40	0.30
Cr2O3				0.00			0.00	0.00	0.00
Ni (ppm)									
Co				1.10	3.70	3.60	1.40	6.00	4.50
V				20.00		13.00	12.00	26.00	18.00
Cu				7.20	2.20	1.20	3.40	5.40	2.20
Pb				8.60	2.40	4.60	5.80	4.20	5.70
Sn				1.00			3.00	1.00	
Rb				105.10	128.60	72.90	192.80	64.00	54.20
Cs					0.20		0.30	0.70	0.10
Ba				592.00	807.00	560.00	666.00	458.00	624.00
Sr				73.50	69.50	263.20	85.70	179.10	204.20
Ga				25.40	16.10	17.80	17.50	21.20	19.70
Ta				1.00	0.50		0.70	0.80	0.20
Nb				24.50	16.50	4.70	8.80	12.60	6.00
Hf				17.50	13.50	3.30	3.20	6.30	7.30
Zr				583.40	471.90	105.60	100.10	251.20	261.70
Y				78.90	9.30	2.30	8.10	10.30	6.20
Th				30.80	8.20	10.20	15.90	16.60	28.60
U				8.70	1.10	0.50	3.50	2.70	0.90
La				108.40	42.10	26.30	26.30	56.20	58.90
Ce				205.90	72.30	40.00	40.90	95.20	97.20
Pr				23.20	8.09	3.66	3.79	9.60	9.74
Nd				89.20	31.20	11.00	12.60	31.90	31.80
Sm				16.00	5.26	1.81	2.10	4.19	4.92
Eu				2.71	1.80	0.81	0.62	1.31	1.07
Gd				15.31	4.06	1.38	2.21	2.88	3.42
Tb				2.52	0.50	0.17	0.38	0.39	0.37
Dy				14.55	2.13	0.56	1.74	1.80	1.38
Ho				3.17	0.39	0.09	0.33	0.43	0.24
Er				9.07	1.01	0.27	0.59	1.02	0.52
Tm				1.19	0.15	0.02	0.09	0.15	0.05
Yb				7.80	1.00	0.15	0.50	1.02	0.32
Lu				0.99	0.16	0.02	0.06	0.14	0.04
F									
Sc (ppm)				2.00	4.00	2.00		4.00	2.00
Be				5.00	1.00	2.00		4.00	<1
Mo				2.20	1.40	0.60	0.50	0.60	0.60
Zn				60.00	31.00	31.00	16.00	30.00	24.00
Ni				1.20	2.30	1.70	0.90	11.20	2.70
As									
Au				0.60					
Tl								0.20	
Sum				99.77	99.81	99.89	99.89	99.86	99.84
W									
TOT/C				0.05	0.02				
TOT/S									
Ag									
Bi									
Cd									
Hg									
Sb									
Se									
CO2									
Cl									

Tabela 10. 6 – Resultado litogeoquímico da unidade CH1, continuação.

Amostra	HT-24	HT-25	HT-32	HT-33	LS-15	LS-16	LS-23
SiO2	75.14	52.89	72.50	72.65	71.95	74.79	72.34
TiO2	0.11	1.49	0.27	0.16	0.17	0.24	0.09
Al2O3	13.68	14.67	14.52	14.09	12.01	11.44	13.22
Fe2O3	0.93	11.30	1.49	2.36	1.71	2.71	1.83
FeO	0.84	10.17	1.34	2.12	1.54	2.44	1.65
MnO	0.01	0.15		0.03	0.02	0.04	0.04
MgO	0.24	6.31	0.50	0.29	0.18	0.37	0.19
CaO	2.22	10.18	2.33	1.55	1.26	1.68	1.35
Na2O	3.58	2.24	3.35	3.17	3.35	2.86	3.79
K2O	3.09	0.14	3.91	4.83	4.36	4.49	5.71
P2O5	0.02	0.28	0.06	0.04	0.02	0.03	0.03
Total	99.02	99.65	98.93	99.17	95.10	98.86	98.74
Mg#	0.22	0.38	0.27	0.12	0.10	0.13	0.10
K2O+Na2O	6.67	2.38	7.26	8.00	7.71	7.35	9.50
K2O/Na2O	0.86	0.06	1.17	1.52	1.30	1.57	1.51
PF	0.90	0.10	1.00	0.70	0.08	0.20	0.16
Cr2O3	0.00	0.01	0.00	<0.002	<0.01	0.02	<0.01
Ni (ppm)		87.00			13.00	16.00	12.00
Co	2.20	41.30	4.00	2.90	1.60	4.30	1.40
V		224.00	20.00		20.00	29.00	16.00
Cu	2.90	79.90	1.40	1.70	11.00	8.00	8.00
Pb	3.50	0.50	4.50	9.20			
Sn		2.00			0.70	<0.3	2.90
Rb	107.00	1.40	105.10	121.90	136.10	121.20	112.60
Cs	0.40		0.30	0.20	0.24	0.14	0.11
Ba	542.00	40.00	588.00	720.00	796.00	772.00	592.00
Sr	107.10	119.80	135.30	109.00	151.00	160.00	126.00
Ga	13.00	16.50	18.50	18.30	19.80	15.80	16.10
Ta	0.20	0.70	0.30	0.50	<0.05	<0.05	<0.05
Nb	3.80	9.00	6.60	8.90	0.45	<0.05	<0.05
Hf	2.80	5.30	3.80	4.60	4.08	6.82	3.54
Zr	73.90	186.10	113.30	143.30	159.00	272.00	110.00
Y	2.10	34.50	3.00	19.20	<10	11.00	37.00
Th	10.00	0.40	15.90	28.00	15.80	16.60	11.40
U	1.10	0.40	1.60	5.60	1.70	1.93	2.01
La	20.80	12.80	36.30	41.80	44.90	40.10	30.40
Ce	31.40	29.70	59.50	64.50	68.90	63.10	47.80
Pr	3.20	4.24	6.30	6.20	7.16	6.97	5.23
Nd	10.50	19.60	21.30	18.20	23.20	24.70	17.60
Sm	1.54	5.04	3.56	3.18	3.50	3.60	3.70
Eu	0.58	1.63	0.92	0.81	0.84	1.45	0.90
Gd	1.04	5.98	2.36	2.95	2.38	2.99	4.32
Tb	0.13	1.04	0.28	0.50	0.32	0.38	0.83
Dy	0.46	6.22	0.69	3.31	1.27	1.69	5.87
Ho	0.09	1.37	0.12	0.66	0.24	0.34	1.18
Er	0.13	3.73	0.25	1.79	0.54	0.86	2.94
Tm	0.02	0.58	0.04	0.27	0.09	0.15	0.45
Yb	0.30	3.20	0.33	1.41	0.50	0.80	2.30
Lu	0.04	0.54	0.04	0.20	0.05	0.17	0.40
F							
Sc (ppm)	1.00	31.00	<1	3.00			
Be	5.00		2.00	<1			
Mo	0.40	0.30	6.40	0.40	3.00	3.00	<2
Zn	13.00	15.00	19.00	35.00	62.00	51.00	23.00
Ni	3.00	44.20	6.30	1.60			
As							
Au							
Tl					<0.5	<0.5	<0.5
Sum	99.92	99.79	99.89	99.86			
W					<0.1	<0.1	5.70
TOT/C	0.04		0.07				
TOT/S		0.04					
Ag					<1	<1	<1
Bi							
Cd							
Hg							
Sb							
Se							
CO2							
Cl							

Tabela 10. 7 – Resultado litogeoquímico da unidade CHO.

Amostra	CV 01	CV 02	CV 03/HT-01	CV 10	CV 15	CV 18	CV-06	CV-06	ED-08B
SiO2	73.28	74.62	72.60	70.64	69.24	71.39	72.77	70.79	70.24
TiO2	0.17	0.26	0.16	0.57	0.64	0.81	0.18	0.37	0.41
Al2O3	14.37	12.69	13.91	13.26	13.38	12.44	14.10	14.50	13.67
Fe2O3	2.23	2.69	3.10	3.91	5.14	6.33	2.57	3.33	2.94
FeO	1.52	1.90	1.91	2.37	3.98	5.44	1.72	3.00	1.66
MnO	0.03	0.03	0.03	0.04	0.06	0.09	0.03	0.03	0.03
MgO	0.18	0.52	0.25	0.47	0.51	1.09	0.36	0.62	0.68
CaO	1.34	1.82	1.34	1.83	2.08	2.70	1.29	2.22	1.54
Na2O	3.72	2.91	3.08	2.85	3.06	2.73	3.31	3.63	2.72
K2O	4.59	3.87	5.31	5.59	5.20	1.35	4.83	3.95	6.15
P2O5	0.04	0.10	0.08	0.14	0.15	0.21	0.09	0.11	0.10
Total	101.47	101.41	101.77	101.67	103.44	104.58	101.25	99.55	100.14
Mg#	0.11	0.21	0.12	0.17	0.11	0.17	0.17	0.17	0.29
K2O+Na2O	8.31	6.78	8.39	8.44	8.26	4.08	8.14	7.58	8.87
K2O/Na2O	1.23	1.33	1.72	1.96	1.70	0.49	1.46	1.09	2.26
PF								0.30	1.00
Cr2O3								0.00	
Ni (ppm)									
Co								5.50	6.20
V								32.00	38.00
Cu								4.70	17.80
Pb								3.40	6.50
Sn									
Rb								115.20	133.20
Cs									0.30
Ba								642.00	3.443.00
Sr								136.70	453.50
Ga								23.70	13.40
Ta								0.40	0.20
Nb								12.10	4.50
Hf								6.40	6.30
Zr								227.10	224.40
Y								18.90	4.90
Th								20.30	60.90
U								1.30	0.70
La								67.10	188.20
Ce								120.50	353.90
Pr								12.37	31.34
Nd								42.10	93.10
Sm								6.23	8.26
Eu								1.19	1.15
Gd								4.67	4.04
Tb								0.75	0.31
Dy								3.74	1.29
Ho								0.77	0.12
Er								1.96	0.37
Tm								0.24	<0.01
Yb								1.33	0.34
Lu								0.21	
F									
Sc (ppm)								4.00	3.00
Be								5.00	1.00
Mo								0.60	0.50
Zn								12.00	28.00
Ni								2.70	3.10
As									
Au									0.90
Tl									
Sum								99.84	99.46
W									
TOT/C								0.03	0.26
TOT/S									0.02
Ag									
Bi									
Cd									
Hg									
Sb									
Se									
CO2									
Cl									

Tabela 10. 8 – Resultado litogeoquímico da unidade CHO continuação.

Amostra	HT-01/CV-03	HT-05	HT-09	HT-14A1	HT-14A2	HT-14B1	HT-14B2	HT-17	HT-18
SiO2	73.01	73.23	72.87	72.41	71.87	75.12	74.74	74.27	74.50
TiO2	0.22	0.12	0.37	0.03	0.11	0.39	0.57	0.10	0.12
Al2O3	14.15	14.19	13.62	14.69	14.07	11.76	12.46	13.75	13.78
Fe2O3	2.18	2.67	2.27	0.61	2.71	5.33	1.80	1.74	1.64
FeO	1.47	2.40	2.04	0.55	2.44	4.80	1.62	1.57	1.48
MnO	0.02	0.04	0.02	0.01	0.06	0.26	0.01	0.04	0.02
MgO	0.35	0.30	0.48	0.06	0.55	0.48	0.33	0.24	0.20
CaO	1.84	1.30	2.54	0.57	2.08	3.83	1.81	1.29	1.29
Na2O	3.06	3.86	3.19	2.61	2.99	2.00	2.54	2.95	3.30
K2O	4.79	3.84	3.36	8.25	4.60	0.39	4.49	5.30	4.75
P2O5	0.06	0.03	0.11	0.03	0.04	0.08	0.12	0.04	0.03
Total	99.90	99.58	98.83	99.27	99.08	99.64	98.87	99.72	99.63
Mg#	0.19	0.11	0.19	0.10	0.18	0.09	0.17	0.13	0.12
K2O+Na2O	7.85	7.70	6.55	10.86	7.59	2.39	7.03	8.25	8.05
K2O/Na2O	1.57	0.99	1.05	3.16	1.54	0.20	1.77	1.80	1.44
PF	0.20	0.30	1.00	0.60	0.80	0.20	0.90	0.20	0.30
Cr2O3	<0.002	0.00	0.00		0.00	0.00	0.01		0.00
Ni (ppm)	2.80								
Co	2.90	2.30	4.10	0.40	4.80	4.70	3.20	1.70	1.10
V	9.00	25.00	28.00		16.00	21.00	36.00	14.00	
Cu	2.50	1.60	2.20	3.00	25.80	12.70	12.10	1.20	0.90
Pb	4.90	4.30	9.60	6.20	5.80	5.90	5.80	5.50	5.90
Sn	<1	4.00			<1	<1	<1		2.00
Rb	144.30	133.20	88.20	214.90	118.30	9.10	109.80	175.50	167.60
Cs	0.30	<0.1	0.20	0.70	0.30	0.10	0.10	0.40	0.20
Ba	661.00	362.00	351.00	1.209.00	656.00	225.00	878.00	648.00	427.00
Sr	94.30	116.10	88.70	127.20	112.40	74.20	111.80	71.90	50.90
Ga	17.70	20.80	18.80	13.50	17.40	20.70	18.00	16.00	16.90
Ta	0.70	0.40	0.60		0.20	2.50	2.40	0.20	0.60
Nb	10.40	6.10	14.50	0.90	4.50	33.40	33.90	4.10	8.50
Hf	4.90	3.10	10.40	0.70	4.80	9.60	13.30	2.10	3.20
Zr	162.20	91.50	343.30	23.20	158.80	359.60	489.50	74.20	87.20
Y	19.60	49.10	28.70	6.90	37.10	109.80	58.80	26.80	22.50
Th	23.00	15.10	59.70	1.10	14.30	33.70	45.40	18.60	17.80
U	2.10	2.50	14.70	1.20	3.00	9.00	12.60	3.00	3.60
La	50.50	22.90	91.20	8.30	33.50	93.60	127.10	36.30	33.40
Ce	92.40	37.30	179.90	10.50	56.50	176.80	240.10	62.50	56.10
Pr	8.65	3.94	20.50	0.96	6.11	19.65	27.44	6.34	5.69
Nd	29.50	13.20	76.90	2.30	23.10	71.50	100.80	20.20	18.40
Sm	4.80	2.82	12.86	0.49	3.59	13.62	18.23	3.67	3.54
Eu	1.01	0.51	1.31	1.94	1.84	1.93	1.93	0.74	0.55
Gd	3.79	4.02	10.64	0.61	3.75	13.50	16.81	3.16	3.44
Tb		0.97	1.50	0.13	0.75	2.59	2.58	0.61	0.67
Dy	3.56	6.84	6.23	1.04	5.09	16.92	12.57	3.90	3.70
Ho	0.65	1.61	1.11	0.24	1.31	3.91	2.40	0.97	0.83
Er	2.00	4.98	2.68	0.82	4.54	11.86	5.31	3.20	2.25
Tm	0.29	0.82	0.47	0.14	0.71	1.87	0.71	0.54	0.36
Yb	2.09	5.23	2.77	1.01	4.34	11.85	4.22	3.64	2.05
Lu	0.27	0.72	0.43	0.15	0.67	1.69	0.58	0.47	0.27
F									
Sc (ppm)	2.00	3.00	3.00		5.00	8.00	5.00	3.00	2.00
Be	2.00	1.00	5.00		4.00	28.00			4.00
Mo	0.50	0.50	15.60	0.60	2.00	3.00	3.60	0.60	1.10
Zn	21.00	9.00	27.00	1.00	20.00	32.00	21.00	16.00	12.00
Ni		1.20	4.50	0.70	4.90	1.60	4.10	1.30	0.90
As	<0.5								
Au	<0.5			0.80	2.50		0.90		
Tl	<0.1		0.10						
Sum		99.91	99.84	99.86	99.87	99.82	99.73	99.90	99.92
W	<0.5					44.80	0.70		
TOT/C	0.06		0.08	0.04	0.09	0.06	0.04		
TOT/S	<0.02				0.07	0.04	0.04		
Ag	<0.1								
Bi	<0.1					0.10			
Cd	<0.1								
Hg	<0.01								
Sb	<0.1								
Se	<0.5								
CO2									
Cl									

Tabela 10. 9 – Resultado litogeoquímico da unidade CHO continuação.

Amostra	HT-27A	HT-27B	HT-29A	HT-29B	HT-34A	HT-34B I4/CV-02A,B	LS-13	LS-17	
SiO2	70.36	70.72	73.49	76.14	73.82	73.26	74.83	73.80	76.83
TiO2	0.07	0.49	0.22	0.02	0.14	0.04	0.12	0.20	0.12
Al2O3	14.34	13.05	13.89	13.12	14.49	14.80	13.03	12.13	10.55
Fe2O3	4.00	5.67	2.61	0.46	1.72	1.31	1.92	2.66	2.12
FeO	3.60	5.10	2.35	0.41	1.55	1.18	1.52	2.39	1.91
MnO	0.07	0.10	0.03	0.01	0.03	0.06	0.02	0.03	0.03
MgO	0.55	1.07	0.44	0.04	0.22	0.11	0.24	0.49	0.02
CaO	0.99	2.72	2.59	1.24	1.79	1.15	1.21	1.80	0.55
Na2O	2.28	2.65	3.82	2.99	4.55	4.35	2.76	2.70	2.69
K2O	6.35	2.36	2.39	5.24	2.91	4.56	5.31	4.08	5.00
P2O5	0.17	0.31		0.02	0.03	0.02	0.05	0.04	0.02
Total	99.18	99.14	99.48	99.28	99.70	99.66	99.89	98.27	98.09
Mg#	0.13	0.17	0.16	0.09	0.12	0.09	0.14	0.17	0.01
K2O+Na2O	8.63	5.01	6.21	8.23	7.46	8.91	8.07	6.78	7.69
K2O/Na2O	2.79	0.89	0.63	1.75	0.64	1.05	1.92	1.51	1.86
PF	0.60	0.70	0.40	0.70	0.20	0.30	0.40	0.34	0.14
Cr2O3	0.00	0.00	0.00	<0.002	0.00	<0.002	<0.002	<0.01	0.02
Ni (ppm)							1.90	19.00	13.00
Co	3.20	5.80	3.60	0.50	2.60	1.70	1.80	4.10	<0.5
V	8.00		19.00	<8	17.00	<8	<8	39.00	16.00
Cu	5.40	3.80	2.60	3.20	1.80	1.20	2.20	8.00	9.00
Pb	1.80	1.50	10.70	5.30	7.10	4.10	5.50		
Sn	<1		2.00	1.00	3.00	6.00	2.00	0.30	<0.3
Rb	170.30	63.10	55.20	140.20	73.10	139.60	206.60	164.00	192.30
Cs	0.60	0.20	0.20	0.30		0.20	0.50	0.27	0.16
Ba	1.649.00	549.00	261.00	478.00	222.00	202.00	290.00	646.00	173.00
Sr	104.70	78.10	105.50	104.10	105.40	61.50	49.40	99.00	16.00
Ga	17.30	18.00	18.30	13.10	22.90	21.90	17.30	19.20	24.50
Ta	0.30	1.00	0.30	<0.1	0.30	1.10	1.30	0.49	<0.05
Nb	2.70	21.00	4.10	0.50	15.70	15.00	13.60	4.01	<0.05
Hf	4.60	10.70	6.20	0.40	3.60	3.70	2.80	5.03	9.19
Zr	160.90	439.40	202.10	11.20	118.70	63.70	92.80	180.00	287.00
Y	124.60	168.50	13.50	1.30	20.70	47.40	44.40	<10	135.00
Th	0.80	0.50	48.00	0.60	24.30	9.50	34.70	29.70	21.90
U	0.90	1.70	5.10	2.80	1.80	2.60	6.30	2.95	7.80
La	13.20	12.70	54.50	12.00	37.10	20.30	38.00	79.60	70.90
Ce	25.90	28.20	98.50	16.20	61.80	38.10	81.60	131.20	137.90
Pr	3.32	3.86	10.58	1.39	6.76	4.47	8.50	14.50	18.55
Nd	15.00	16.40	39.00	3.60	25.20	18.20	30.40	49.80	69.90
Sm	4.57	6.36	6.08	0.50	4.82	4.92	6.15	8.50	17.30
Eu	2.73	2.00	0.96	0.74	0.71	0.39	0.77	1.37	0.93
Gd	8.41	11.37	4.96	0.36	4.46	5.05	6.03	6.59	20.67
Tb	2.34	3.10	0.62	0.05	0.69	1.03		0.74	3.59
Dy	18.38	24.78	2.60	0.30	3.35	7.07	6.78	3.28	24.37
Ho	4.80	6.67	0.47	0.07	0.71	1.61	1.48	0.55	4.86
Er	15.38	22.95	1.13	0.15	1.83	5.37	4.48	1.32	14.58
Tm	2.33	3.69	0.17	0.02	0.29	0.97	0.68	0.22	1.93
Yb	15.30	24.84	1.00	0.16	1.87	7.58	3.97	1.00	11.70
Lu	2.41	3.81	0.20	0.02	0.28	1.11	0.57	0.12	1.46
F									
Sc (ppm)	10.00	15.00	3.00		3.00	6.00	3.00		
Be			3.00		2.00		2.00		
Mo	0.90	1.00	0.80	0.50	0.50	0.40	0.40	3.00	2.00
Zn	24.00	52.00	17.00	2.00	34.00	8.00	8.00	61.00	81.00
Ni	2.00	5.30	2.80	0.90	2.10	0.70			
As							<0.5		
Au							<0.5		
Tl							<0.1	<0.5	<0.5
Sum	99.75	99.81	99.89	99.96	99.93	99.95			
W							<0.5	1.00	<0.1
TOT/C	0.03	0.14	0.04	0.07	0.02	0.03	0.03		
TOT/S							<0.02		
Ag							<0.1	<1	<1
Bi							<0.1		
Cd							<0.1		
Hg							<0.01		
Sb							<0.1		
Se							<0.5		
CO2									
Cl									

Tabela 10. 10 – Resultado litogeoquímico da unidade CHO continuação.

Amostra	LS-20	LS-22	LS-24	LS-25	TB-44
SiO2	71.37	71.43	73.95	74.09	74.30
TiO2	0.55	0.61	0.10	0.08	0.13
Al2O3	13.21	12.76	13.50	14.31	13.79
Fe2O3	5.54	5.33	2.05	3.72	1.43
FeO	4.99	4.80	1.85	3.35	1.29
MnO	0.09	0.08	0.06	0.09	0.02
MgO	0.37	0.46	0.20	0.39	0.31
CaO	2.12	2.17	1.32	1.67	1.72
Na2O	3.48	3.22	4.11	3.24	3.18
K2O	5.66	6.74	5.23	5.64	4.70
P2O5	0.12	0.16	0.03	0.10	0.03
Total	102.44	102.94	100.58	103.36	99.61
Mg#	0.07	0.09	0.10	0.10	0.19
K2O+Na2O	9.14	9.96	9.34	8.88	7.88
K2O/Na2O	1.63	2.09	1.27	1.74	1.48
PF	<0.01	<0.01	0.04	0.03	0.30
Cr2O3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
Ni (ppm)	11.00	17.00	10.00	14.00	
Co	3.30	4.40	1.30	3.20	2.60
V	16.00	29.00	7.00	18.00	15.00
Cu	11.00	15.00	5.00	6.00	2.10
Pb					8.00
Sn	2.10	<0.3	1.90	1.80	1.00
Rb	140.20	142.10	129.20	199.60	154.10
Cs	0.05	<0.05	0.15	0.25	0.50
Ba	1381.00	1281.00	377.00	327.00	485.00
Sr	114.00	110.00	100.00	55.00	95.00
Ga	19.30	20.80	19.40	19.80	13.20
Ta	0.47	<0.05	<0.05	<0.05	0.40
Nb	10.66	4.76	<0.05	<0.05	6.60
Hf	11.52	11.41	2.52	3.71	3.30
Zr	760.00	549.00	93.00	123.00	98.10
Y	70.00	74.00	49.00	114.00	12.20
Th	11.00	5.50	12.20	16.60	33.70
U	1.07	0.82	7.01	3.13	20.40
La	72.20	71.10	24.70	38.10	32.80
Ce	124.60	128.00	43.70	66.40	54.70
Pr	15.12	16.11	4.64	7.79	5.63
Nd	57.50	65.00	15.10	28.70	19.10
Sm	10.80	13.30	2.90	7.50	3.09
Eu	2.57	2.67	0.53	0.74	0.52
Gd	10.83	14.51	2.54	9.56	2.80
Tb	1.82	2.36	0.62	2.11	0.46
Dy	10.19	14.00	5.14	16.78	2.43
Ho	2.35	2.69	1.35	4.07	0.47
Er	6.42	7.82	4.61	13.61	1.12
Tm	0.93	1.08	0.74	2.22	0.15
Yb	5.80	6.50	4.50	14.20	1.01
Lu	0.94	0.90	0.57	2.16	0.14
F					
Sc (ppm)					2.00
Be					
Mo	3.00	3.00	<2	<2	0.50
Zn	136.00	133.00	50.00	27.00	18.00
Ni					2.50
As					
Au					
Tl	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	
Sum					99.91
W	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
TOT/C					
TOT/S					
Ag	<1	<1	<1	<1	
Bi					
Cd					
Hg					
Sb					
Se					
CO2					
Cl					